




MEDIDAS INNOVADORAS DE LOGÍSTICA URBANA.

APLICABILIDAD EN GRANADA

Proyecto Fin de Carrera. Septiembre 2015

Carlos Francisco Cuadros Calderón










ETS Ingeniería de Caminos Canales y Puertos

ugr Universidad de Granada

MEDIDAS INNOVADORAS DE LOGÍSTICA URBANA
APLICABILIDAD EN GRANADA

PROYECTO FIN DE CARRERA

POR,

CARLOS FRANCISCO CUADROS CALDERÓN

INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TUTOR:

FRANCISCO EMILIO MOLERO MELGAREJO

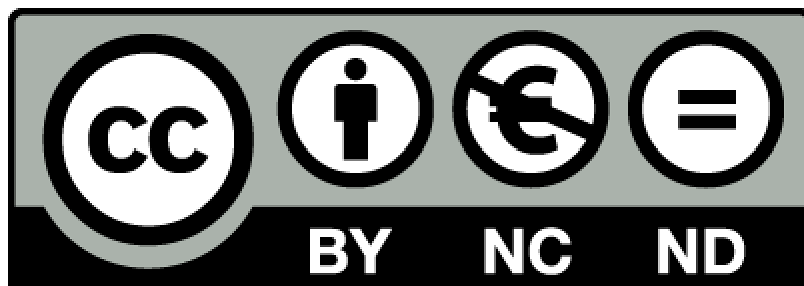
DEPARTAMENTO DE URBANISMO Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

UNIVERSIDAD DE GRANADA

EDIFICIO POLITÉCNICO FUENTENUEVA, C/ SEVERO OCHOA S/N, CP 18002

GRANADA (ESPAÑA)

SEPTIEMBRE 2015


cc
BY NC ND

PREFACIO

Este Proyecto de Investigación trata sobre el transporte de mercancías y la logística urbana. En él, se parte del desarrollo del transporte de mercancías para llegar al concepto de la logística, término mucho más amplio y trascendental que es parte del día a día en la sociedad. En particular, el Proyecto profundiza en el estado de arte de la logística urbana, una temática de preocupación reciente y con apenas experiencias prácticas que solventen de forma completamente eficiente los problemas derivados de la distribución urbana de mercancías. El objetivo final es realizar un análisis de la situación actual en la ciudad de Granada (España) y sugerir algunas medidas que podrían ayudar a reducir la congestión, el ruido y la contaminación del aire y, en general, mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

NOTA:

Este Proyecto ha querido enmarcarse en un contexto europeo, por lo que se ha decidido utilizar la mayoría de las abreviaciones y figuras en inglés, con el objetivo de que aquel lector interesado en profundizar sobre alguno de los temas que aquí se abordan, pueda encontrar la información que necesita más rápidamente, debido a que la mayoría de ésta se encuentra en dicha lengua.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer por su ayuda en los momentos clave a mi tutor Emilio, por saber comprender la dificultad e incertidumbre que atravesaba en algunos instantes y su apoyo constante. También quiero agradecer el interés de mis padres y amigos y, sobre todo, quiero dedicar un agradecimiento especial a Lydia, quien ha sido la persona que siempre ha estado ahí y más me ha apoyado tanto en los buenos como en los malos momentos.

A todos ellos, gracias.

Dedicado a mis padres, a Lydia y a mis amigos y compañeros de carrera.

A. ÍNDICE GENERAL

Contenido

B. ÍNDICE DE TABLAS

C. ÍNDICE DE FIGURAS

D.ABREVIACIONES

- **a.C.:** Antes de Cristo
- **APPA:** Agencia Pública de Puertos de Andalucía
- **BPH:** Best Practice Handbooks (Manuales de buenas –mejores- prácticas)
- **CEN:** del francés: Comité Européen de Normalisation (Comité Europeo de Normalización)
- **CLS:** City Logistics Solucions (Soluciones de logística urbana / Soluciones logísticas en la ciudad)
- **EEA:** Environmental Europe Agency (Agencia Europea de Medio Ambiente); de la que forman parte los 28 países miembros de la EU-28 y, además, Islandia, Liechtenstein y Noruega.
- **EE.UU.:** Estados Unidos
- **EOQ:** Economic Order Quantity (cantidad de pedido económica)
- **EU-28**: European Union (Unión Europea de los 28, compuesta por los 28 países miembros a fecha de 2014. Éstos son: Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Alemania, Dinamarca, Estonia, Grecia, España, Finlandia, Francia, Croacia, Hungría, Irlanda, Italia, Lituania, Luxemburgo, Letonia, Malta, Holanda, Polonia, Portugal, Rumanía, Suecia, Eslovenia, República de Eslovaquia y Reino Unido).
- **FEU**: Forty feet Equivalent Unit (Unidad equivalente a 40 pies)
- **FP**: Framework Programme (Programa estructural)
- **GHG**: Greenhouse Gas (Gas de efecto invernadero –en español **GEI**-)
- **GPS:** Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
- **HoReCa**: Hotel Restaurant Catering (Hoteles, restaurantes y demás establecimientos de hostelería)
- **ICT**: Information and Communication Technologies (Tecnologías de la información y la comunicación –también conocido por sus siglas en español **TIC**-)
- **ISO:** International Organization for Standardization (Organización internacional para la estandarización). El acrónimo proviene de la palabra griega *isos*, que significa igual.
- **ITS:** Intelligent Transport Systems (Sistemas inteligentes de transporte)
- **JIT:** Just in time (Justo a tiempo). Sistema de producción mínima necesaria en función de demanda.

- **LEZ:** Low Emission Zone (Zona de Baja Emisión)
- **LOTT**: Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres
- **LOUA**: Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía
- **OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (también conocida por sus siglas en inglés: **OECD** -Organisation for economic co-operation and development-)
- **OTLE**: Observatorio del Transporte y la Logística en España (Sitio web: *http://observatoriotransporte.fomento.es*)
- **PIB:** Producto Interior Bruto
- **PITVI:** Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda
- **PISTA:** Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía
- **M.M.A.:** Masa Máxima Autorizada, se refiere al peso que un vehículo puede alcanzar en total sumando la tara del vehículo en vacío más la carga transportada. Anteriormente el término utilizado era P.M.A. (Peso Máximo Autorizado)
- **POTA:** Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía
- **RAE:** Real Academia Española de la lengua
- **RTD:** Research, Technological Development and Demonstration (Investigación, desarrollo tecnológico y demostración)
- **SPC:** Statistic Process Control (Control estadístico de procesos)
- **SUTP:** Sustainable Urban Transport Project (Proyecto de transporte urbano sostenible)
- **T:** tonelada (equivale a 1.000 kg si se refiere a masa o 1.000 kp –kilopondios- si se refiere a peso)
- **TEN-T**: Trans-European Transport Network (Red Transeuropea de Transporte –RTE-R-)
- **TERM:** Transport and Environment Reporting Mechanism (Mecanismo de información de Transporte y Medioambiente)
- **TEU**: Twenty feet Equivalent Unit (Unidad equivalente a 20 pies)
- **TOE**: Tonnes of Oil Equivalent (Toneladas equivalents de petróleo)
- **UCI:** Unidad de Carga Intermodal
- **UE:** Unión Europea (mencionado así en términos generales y como EU-28 cuando se refiere a datos –ver EU-28-)
- **UECI:** Unidad Europea de Carga Intermodal
- **UIC**: -del francés- Union Internatiozale des Chemins de fer (Unión internacional del ferrocarril)

- **UTI:** Unidad de Transporte Intermodal
- **WP:** Work Packages (Áreas de trabajo)

PARTE I. Antecedentes

CAPÍTULO 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Motivación y exposición de los hechos

El transporte es parte fundamental en la sociedad. Todo el mundo necesita desplazarse en mayor o menor medida y actualmente se contempla como una actividad económica en sí misma y un mecanismo vertebrador, esencial en la ordenación del territorio, con importantes implicaciones directas sobre el desarrollo de un país o una región. Por otro lado, la población en Occidente está cada día más organizada y concentrada en áreas urbanas. Los estándares de calidad de vida están muy valorados en la sociedad moderna y los requerimientos sobre la satisfacción de sus necesidades son cada vez más exigentes.

La necesidad de cubrir las demandas de esos grandes centros de consumo como son las ciudades, conlleva el transporte de productos y servicios producidos en cualquier lugar del mundo a un sitio específico dentro de la ciudad. La complejidad de este proceso, como puede imaginarse, es bastante alta y a menudo pasa desapercibida por el consumidor final de la cadena. Al mismo tiempo, igual que llegan bienes y servicios al interior de una población, también se generan y salen mercancías y residuos.

Como bien es sabido, una ciudad es un ente vivo, lleno de actividad y lugar de encuentro de personas, a menudo de distintos lugares de procedencia, que sociabilizan y precisan desplazarse a diario dentro de la misma. Fruto de las distintas actividades desarrolladas aparecen diferentes necesidades de desplazamiento, lo que convierte a la calle en lugar de convivencia e interacción de los llamados usuarios de la vía pública. Este grupo engloba tanto a los viandantes como a los vehículos que transportan pasajeros o productos.

La concentración de los usuarios con intereses variados en un espacio público a menudo escaso, genera conflictos e ineficiencias que, de no ser organizada, puede producir más problemas y agravarse los existentes. Es aquí donde entra en juego el papel de la logística urbana.

Según *Robusté (2006)* "dentro de la logística urbana se pueden incluir desde temas tradicionalmente aceptados como objeto de las operaciones logísticas clásicas hasta operaciones urbanas necesitadas de análisis científicos y una consideración global

en el tejido urbano". Así pues "cabría englobar el transporte urbano en todas sus acepciones (transporte público, tráfico, aparcamientos, peatones, motos y bicicletas), el transporte de mercancías, los servicios de correos, los servicios de limpieza, riego y mantenimiento de calles, la recogida de basuras, los servicios de respuesta rápida (policía, bomberos, asistencia médica, etc.), las operaciones de mantenimiento de las redes de infraestructuras básicas urbanas, la gestión de parques y jardines, los servicios de nueva generación derivados del avance tecnológico en informática y telecomunicaciones (venta vía telefónica y el comercio a través de internet o *e-commerce*)".

Sin embargo, la atención de este Proyecto se centra sobre la logística urbana de mercancías, o sea, la organización y optimización de los procesos de distribución urbana de bienes y productos. A partir de ahora, cada vez que se hable de logística urbana (o sus términos en inglés *city logistics* o *urban logistics*) se entenderá en este Proyecto como logística urbana de mercancías.

Es quizá, el desarrollo de las operaciones de carga y descarga y la circulación de vehículos de reparto dentro de la ciudad una de las actividades más conflictivas con el resto de usuarios, especialmente vehículos privados y peatones. Además de ser responsable de gran parte de la contaminación del aire, ruido, ocupación de espacio y también, aunque en menor medida, de la congestión.

Por otro lado, lo cierto es que el problema causado por la distribución urbana de mercancías ha pasado históricamente desapercibido por las autoridades y tan sólo ha sido objeto de preocupación para el resto de usuarios de la vía pública, los cuales la percibían como algo molesto, y para los propios distribuidores, los cuales pretendían un ahorro económico a partir de la optimización de rutas. Apenas en los últimos años y actualidad es cuando más empeño están poniendo los gobiernos en mejorar dicha situación. No obstante, esta implicación de las administraciones responsables, presumiblemente las locales, no ha experimentado el mismo auge en todas las ciudades al mismo tiempo. Así pues, mientras en algunas ciudades del norte de Europa llevan años aplicando medidas innovadoras, en otras ciudades aún están muy atrasados en la aplicación de este tipo de instrumentos.

De hecho, según el informe *"Urban freight data collection - synthesis report" (BESTUFS, 2006)*, la mayoría de autoridades locales en España no consideran la distribución urbana de mercancías como un problema relevante. El caso es que, aunque

todas las ciudades medias y grandes tienen algún tipo de plan, modelos de tráfico, etc., estos no incorporan los vehículos de mercancías como parte del tráfico general, tan sólo incluyen alguna pequeña normativa sobre el tipo de vehículos, los productos entregados o las rutas seguidas. Además, mientras que por un lado los modelos de tráfico de viajeros se han construido sobre una base de información abundante, los cargadores y transportistas son muy reacios a facilitar información acerca de sus operaciones logísticas. La falta de información e interés ha llevado a que los ayuntamientos sólo puedan ofrecer soluciones poco elaboradas, como la dedicación de zonas para carga y descarga, cuando ha habido quejas por parte de los comerciantes o tras un acuerdo con las asociaciones de transportistas, pero siempre sin tener un conocimiento general sobre el transporte de mercancías en áreas urbanas. En efecto, muy pocas ciudades españolas han llevado a cabo algún estudio sobre esta área y, no sólo eso, industria no la considera ni siquiera un subsector. Tampoco hay empresas dedicadas exclusivamente a la distribución urbana de mercancías y las grandes empresas nacionales no son capaces de distinguir qué fracción de sus costes se deben al reparto en ciudades.

En el caso específico de Granada, son conocidos los graves problemas de tráfico que atraviesan sus calles y especialmente sus accesos; las características del trazado viario del centro histórico, donde se aglutinan gran cantidad de comercios por tratarse Granada de una ciudad muy turística y apenas hay espacio para realizar labores de carga y descarga; y la mala calidad del aire, además de la contaminación acústica. Por ello, es interesante estudiar medidas que puedan paliar estos problemas sin que sean muy costosas.

1.2. Planteamiento y contenido

Por otro lado, hay que remarcar el **contexto socioeconómico y político en la Europa comunitaria**, donde en un mundo cada vez más globalizado, en el que las relaciones comerciales se extienden por todo el geoide, la eliminación de fronteras para la **libre circulación** de personas y bienes ha desencadenado en las últimas décadas una explosión de intercambios de mercancías a gran escala entre todos los países miembros. Y no sólo eso, sino que las trabas fiscales y documentales entre la UE y otros muchos países del resto de los continentes se han reducido considerablemente, por lo que el tráfico mercantil se ha desarrollado recientemente aún más rápido de lo que nunca en la historia lo había hecho. Otro hecho importante es la creciente preocupación por los

aspectos medioambientales, lo que ha derivado en planes y tratados a nivel comunitario e internacional de trascendentales consecuencias sobre el sector transportes, el cual debe adaptarse a las nuevas exigencias.

En España existen grandes deficiencias en la recolección de datos. Las principales se encuentran en la falta de estandarización de las encuestas aplicables a las principales ciudades, donde no hay ningún protocolo definido ni responsabilidades para su ejecución y la falta de información sobre las encuestas ya realizadas. Todo ello hace muy difícil evaluar cómo de eficientes pueden llegar a ser las iniciativas de logística urbana que se pudieran implantar, incluso considerando el número de vehículos y entregas constante *(Urban freight data collection - synthesis report, 2006; BESTUFS).*

Así pues, dada la falta de datos en general y también en Granada, este Proyecto apenas intenta dar una aproximación de las medidas que mejor podrían ajustarse a las características de las áreas comerciales urbanas de la capital andaluza.

Por otro lado, no es objeto de este proyecto hacer una campaña de recolección de datos exhaustiva, ya que para ello se requiere de medios económicos y técnicos, además de que la duración ideal de la misma debería durar al menos un año.

En consecuencia, este Proyecto se ha estructurado en las siguientes partes:

- Parte I: Antecedentes

Trata de dar a conocer los motivos que llevaron a plantear el tema de la logística urbana y su aplicabilidad a Granada, exponer el contenido del Proyecto y definir los objetivos de la investigación.

- Parte II: Marco de referencia teórico

Es la parte más extensa del Proyecto, contiene desde una introducción al transporte de mercancías, su importancia, efectos, agentes implicados y funcionamiento, hasta una presentación de los conceptos de logística, estrategias de organización del transporte de bienes y criterios de diseño para las empresas, como es la elección de la ubicación de las instalaciones, la gestión de la productividad o la definición de rutas de distribución. También se recopila la legislación y planes específicos relacionados con el transporte de mercancías en los distintos niveles geográficos.

La segunda parte del marco de referencia teórico aborda el concepto de logística urbana, las características de ésta y los instrumentos y mecanismos que tiene la administración para intervenir. Asimismo, se explican algunos de los proyectos europeos llevados a cabo más trascendentales en este ámbito y casos ejemplares de ciudades que ya han implantado medidas innovadoras.

- Parte III: Aplicación práctica

Contiene un breve examen de la situación logística actual en la ciudad de Granada y un análisis más en profundidad de áreas concretas dentro del centro urbano. Como consecuencia de la primera etapa, se obtiene un diagnóstico que lleva a decidir qué tipo de medidas son las más idóneas para ayudar a solventar los problemas existentes.

Tras este estudio, se incluyen como sugerencias algunas propuestas entendidas como aportaciones originales al tratarse de medidas innovadoras nunca antes implantadas y específicamente para las zonas estudiadas dentro de la ciudad.

- Parte IV: Conclusiones

Aquí se analiza los resultados del proyecto de investigación y se hace una crítica a la metodología seguida.

- Parte V: Referencias

No es más que el conjunto de fuentes consultadas, que van desde monografías a artículos de investigación, pasando por manuales, tesis de investigación e informes oficiales de distintos organismos.

- Parte VI: Anexos

Se incluyen aquí varias recopilaciones del trabajo realizado a lo largo del Proyecto, como el compendio de normativa vigente sobre el transporte de mercancías, el listado de proyectos llevados a cabo por la Comisión Europea sobre logística urbana y los datos del análisis de la parte práctica.

CAPÍTULO 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Este Proyecto pretende, además de aportar un análisis sobre la logística urbana en la ciudad de Granada, servir como un texto integrador que recopila desde la perspectiva más general del transporte hasta las medidas más concretas de logística urbana, de tal forma que entender la complejidad de esta última siga un proceso natural en la profundización de esta temática tan extensa.

Así pues, como **objetivos generales** de este Proyecto se encuentran los siguientes:

- Adentrarse en el campo de la logística y profundizar en el conocimiento de la materia para ofrecer una recopilación a caballo entre una monografía y un manual donde el lector pueda tener una visión amplia y generalista del transporte de mercancías y la logística.
- Hacer crítica de las distintas fuentes consultadas, contrastando la información y aportando líneas objetivas y de rigor.
- Presentar el estado de arte de la logística urbana en Europa a través del análisis de casos prácticos, estudios internacionales y medidas innovadoras llevadas a cabo recientemente y propuestas por diversos investigadores.
- Plantear la aplicación práctica en Granada de algunas de las medidas innovadoras implantadas en ciudades similares, evaluando su idoneidad y las posibles ventajas e inconvenientes que podrían aparecer debido a las singularidades de Granada.

Del otro lado, se establecen como **objetivos particulares** los siguientes, enmarcados dentro del fin último de este Proyecto:

- Análisis y clasificación de medidas innovadoras en el campo de la logística urbana.
- Estudio de su posible implantación en la ciudad de Granada como herramienta que pudiera mejorar la movilidad, el medio ambiente urbano y los niveles de calidad de vida de la sociedad granadina y sus visitantes.

PARTE II. Marco de referencia teórico

CAPÍTULO 3. TRANSPORTE DE MERCANCÍAS. INTRODUCCIÓN A LA LOGÍSTICA

3.1. Visión preliminar del transporte

3.1.1. Definición y tipos

El transporte (del latín *trans*, "al otro lado", y *portare*, "llevar") se define como la acción y efecto de transportar, que no es ni más ni menos que llevar a alguien o algo de un lugar a otro[1]. Si se refiere al hecho de conducir o llevar por un precio, se trata de portear.

En cuanto a los tipos de transporte, existen diversas clasificaciones según lo recogido en el Capítulo Primero del Título III de la Ley 16/1987, de 30 de julio, de Ordenación de Transporte:

a) SEGÚN LA NATURALEZA

a.1.- **Público:**

Es el que se lleva a cabo por cuenta ajena mediante retribución económica. Es el caso de las empresas de transporte.

a.2.- **Privado:**

El que se lleva a cabo por cuenta propia, bien sea para satisfacer necesidades particulares, bien como complemento de otras actividades principales realizadas por empresas o establecimientos del mismo sujeto, y directamente vinculados al adecuado desarrollo de dichas actividades.

b) SEGÚN EL OBJETO TRANSPORTADO

b.1.- **Viajeros:**

Cuando estén dedicados a realizar los desplazamientos de las personas y sus equipajes en vehículos construidos y acondicionados para tal fin. Pueden ser regulares o discrecionales.

[1] Definición de la RAE (Diccionario de la Real Academia Española – 22ª edición)

b.2.- **Mercancías:**

Cuando estén dedicados a realizar desplazamientos de mercancías, en vehículos construidos y acondicionados para tal fin.

c) SEGÚN EL ÁMBITO

c.1.- **Interiores:**

Los que tienen su origen y destino dentro del territorio del Estado español, discurriendo como regla general íntegramente dentro de éste, si bien, por razón de sus rutas y en régimen de transporte multimodal podrán atravesar aguas o espacios aéreos no pertenecientes a la soberanía española.

c.2.- **Internacionales:**

Aquellos cuyo itinerario discurre parcialmente por el territorio de Estados extranjeros.

d) SEGÚN EL RÉGIMEN JURÍDICO

d.1.- **Especiales:**

Aquellos en los que, por razón de su peligrosidad, urgencia, incompatibilidad con otro tipo de transporte, repercusión social, u otras causas similares están sometidos a normas administrativas especiales, pudiendo exigirse […] una autorización específica.

d.2.- **Ordinarios:**

Los no contemplados como especiales.

Otra clasificación, no contemplada en esta ley, es la siguiente, la cual se caracteriza en el Apartado 3.5 *(apuntes de "Transportes", asignatura troncal de 2º curso, plan 2002; ETSICCP Granada):*



e) SEGÚN MODO DE TRANSPORTE

e.1.- **Aviación**

e.2.- **Navegación**

i ***Marítima***

ii ***Interior (ríos, lagos, etc.)***

e.3.- **Tubería**

i ***Gaseoductos***

ii ***Oleoductos***

e.4.- **Terrestre**

i ***Carretera***

ii ***Ferrocarril***

3.1.2. Breve reseña histórica del transporte en la Península Ibérica

En el libro *"Transportes: Un enfoque integral"* (Izquierdo, 2001), los autores esquematizan por periodos históricos la evolución del transporte terrestre en la Península Ibérica, destacando los hitos más llamativos, así como un sucinto resumen histórico sobre el transporte marítimo y aéreo, señalando a grandes rasgos los hechos más importantes.

En este libro, se menciona cómo el primer sistema de **transporte terrestre** reconocible data de la época romana, aunque ya antes existía la denominada Vía Hercúlea que discurría por el corredor mediterráneo. Esta vía pasó a llamarse durante la dominación del imperio romano Vía Augusta, que junto con otras muchas vías formaba una auténtica red de caminos de hasta 30.000 km de longitud. Tal red, era consecuencia de la estrategia de control del territorio, por el que quedaban bien conectadas las ciudades y los asentamientos entre sí y con Roma, con el fin de otorgar una rápida comunicación que permitiera el tránsito militar y comercial. Ya entonces existían políticas de regulación del tránsito que corría a manos de los llamados *curatores viarum*, mientras que los *quaestatores* y los *ediles* eran los encargados de la construcción y

conservación de los caminos. Entre las medidas más sonadas, aparte de los ya conocidos gravámenes sobre el transporte de ciertos productos, también hay constancia de prohibiciones de estacionamiento, sentidos únicos de circulación, límites horarios y de velocidad, etc.

La Edad Media se caracteriza por una decadencia en las redes de comunicación, motivada por una falta de centralidad de los imperios bárbaros, los cuales no dedicaban dinero público al mantenimiento de las vías. Más tarde, ya sí se reconoce durante el reinado de Alfonso X, una cierta necesidad de conservar los caminos, haciendo partícipes incluso a la privilegiada nobleza de entonces. Durante este periodo, la sociedad se concentraba en núcleos diseminados, proliferando de esta manera una serie de caminos de ámbito comarcal, los cuales acogían un comercio interior no demasiado intenso. Por otro lado, entre los grandes caminos, apenas tuvieron importancia aquellos de sentido norte-sur con fines militares y algunos otros por motivos religiosos de peregrinación, especialmente a Santiago de Compostela, y las vías pecuarias, estas últimas cobrando importancia gracias a la creación de la Mesta por Alfonso X y la declaración de cañadas reales. Por su parte, la era musulmana provocó una nueva configuración de la estructura viaria focalizada en torno a la ciudad de Córdoba. Es también, durante los siglos X y XII cuando aparecen las primeras guías de caminos.

De la Edad Moderna el autor destaca durante el reinado de los Reyes Católicos la creación en 1498 de la Real Cabaña de Carreteros y más tarde sobre 1518 la concesión del servicio de correos del reino; si bien aun siendo una época de auge económico no se llegó a prestar suficiente atención al desarrollo de la red de caminos ya que no permitía la circulación de carros a ruedas. Fue Felipe V quien, con sus pensamientos centralizadores, reactivó el interés por la mejora de la red de caminos y propuso la red radial. Sin embargo, es más adelante cuando se habla de un auténtico proyecto y de la utilidad pública de los caminos, siendo durante los reinados de Fernando VI y Carlos III cuando se materializaron las obras allá por mediados y finales del siglo XVIII, habiendo llegado a los 2000 km de caminos.

En el siglo XIX se crea la Escuela de Caminos, fundada por Agustín de Betancourt, aparecen las diligencias de larga distancia, sumándose a las ya existentes a los reales sitios desde Madrid, y comienza a llegar el ferrocarril, si bien con gran retraso respecto al resto de Europa.

El primer servicio de transporte por tren tuvo lugar entre Barcelona y Mataró y es de destacar que la red ferroviaria se desarrolló bajo unas condiciones que darían lugar al estado actual:

- Se optó por un ancho de vía mayor al que se venía utilizando en el resto de países vecinos, justificado por las características orográficas de la península que obligaba a una mayor potencia y, por ende, tamaño de las locomotoras. Como consecuencia de tal falta de previsión de futuro, sus efectos nocivos se reflejan hasta nuestros días.
- El régimen de concesiones de explotación bajo una carencia de control de las mismas, unido a una crisis de inflación que tuvo lugar en la década de 1920', llevó a Primo de Rivera a iniciar un proceso de nacionalización que culminó con la creación de RENFE[2].

Por su parte, la red de carreteras logró alcanzar los 40.000 km a principios del siglo XX que, junto con las mejoras en los métodos de pavimentación y el auge automovilístico, elevó al transporte por carretera al primer nivel, siendo más competitivo que el ferroviario y dejando a este último una progresiva decadencia, sobreviviendo apenas gracias a las ayudas estatales hasta fechas muy recientes, cuando gracias a la construcción de líneas AVE[3] recobra cierta importancia.

En cuanto al **transporte marítimo**, el libro menciona la probable importancia del comercio por este modo desde antes de 1000 a.C., primero con los fenicios y más tarde a través de griegos y cartagineses. La relevancia era tal que los asentamientos más importantes se ubicaban en enclaves costeros, dado la riqueza que estas negociaciones principalmente de tipo minero y de productos agrícolas producía.

Tras un creciente control gubernamental en el transporte marítimo durante la época romana, se crearon diferentes asociaciones con el fin de lograr una mayor organización y control del flujo de mercancías, en aras de lograr una mayor competencia frente a otros puertos o asociaciones. Más tarde, con el Descubrimiento de América y la aparición de nuevas rutas comerciales, el auge económico fue muy notable y se llevó a cabo ya en el siglo XIX la nacionalización de los puertos más importantes. El siglo XX

[2] RENFE: Acrónimo de Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles

[3] AVE: Acrónimo de Alta Velocidad Española, atribuida a la red ferroviaria capaz de ofrecer velocidades de viaje superiores a los 200 km/h y con ancho de vía internacional (1.435 mm)

destacó por la declaración de Estatuto de Autonomía que, junto con la incorporación de leyes aplicables a la explotación de los puertos, resultó en una gran eficiencia de gestión de los puertos.

En España, la primera compañía **aérea** nació en 1927, de propiedad pública y denominándose como la actual Iberia pocos años más tarde. Los servicios que ofrecían eran de tipo postal pero también de transporte de viajeros y mercancías, todo regulado bajo un convenio internacional publicado en 1944 hasta que en 1960 se incorporó un Código de Navegación Aérea de vigencia estatal y más tarde tuvo que ajustarse a la legislación común por la entrada de España en la Comunidad Europea. Por último, la tendencia seguida en los aeropuertos españoles es la de gozar de una mayor autonomía y cierta independencia financiera gestionada por AENA[4].

3.1.3. Importancia socioeconómica y costes derivados de la actividad. Efectos medioambientales.

La importancia del transporte en general y del transporte de mercancías en particular se refleja sobre la economía y otros **aspectos socioeconómicos** en diversas facetas. Algunos datos estadísticos que así lo demuestran se describen a continuación (*EU Transport in figures, 2014; Comisión Europea*):

- El sector del transporte y servicios de almacenaje (incluyendo actividades postales y de mensajería) representó el 4,8 %, unos 548.000 millones de euros, sobre el valor añadido bruto[5] a precios de mercado total de la EU-28 en el año 2011. Esto, sin incluir las operaciones de transporte por cuenta propia, es decir, se considera apenas aquellas empresas cuya actividad está directamente relacionada con los servicios de transporte.
- En empleo, dicho sector para la misma región y año, dio trabajo a 11,2 millones de personas, suponiendo alrededor del 5 % del total de empleo, distribuidos a su vez de la siguiente forma: 55 % en transporte terrestre (carretera, ferroviario, fluvial y por tubería), 2 % en transporte marítimo y fluvial, 4 % en transporte aéreo, 24 % en

[4] AENA: acrónimo del organismo estatal encargado de la gestión del sistema de aeropuertos y la coordinación aérea denominado Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea.

[5] El valor añadido/agregado bruto (VAB y en inglés: Gross Value Added –GVA-) es aquel que adquieren bienes y servicios durante el proceso de producción y se diferencia del Producto Interior Bruto (PIB) por no incluir impuestos y subsidios. FUENTES: (eumed.net), (Office for National Statistics)

actividades de apoyo y almacenamiento y 15 % en servicios postales y de mensajería.

- El gasto de las familias para la EU-28 supuso un desembolso de unos 967.000 M€ en 2012 en materia de transportes, un 13 % de su gasto total, repartido de la siguiente manera: 26 % en compra de vehículos, 54 % en operaciones privadas de uso y mantenimiento (tal como compra de combustible) y el 20 % restante en servicios de transporte (autobús, tren, etc.)
- Igualmente, para 2012 y en la zona de la EU-28, se estima que la cantidad en transporte de bienes ascendió a 3,77 billones de t·km, siendo éstas las repartidas exclusivamente en transporte interno tal que así: en un 44,9 % en transporte por carretera, un 37,2 % en transporte marítimo, un 10,8 % en transporte ferroviario, un 4,0 % en transporte fluvial, otro 3,0 % en transporte por tubería y sólo un 0,1 % en transporte aéreo.

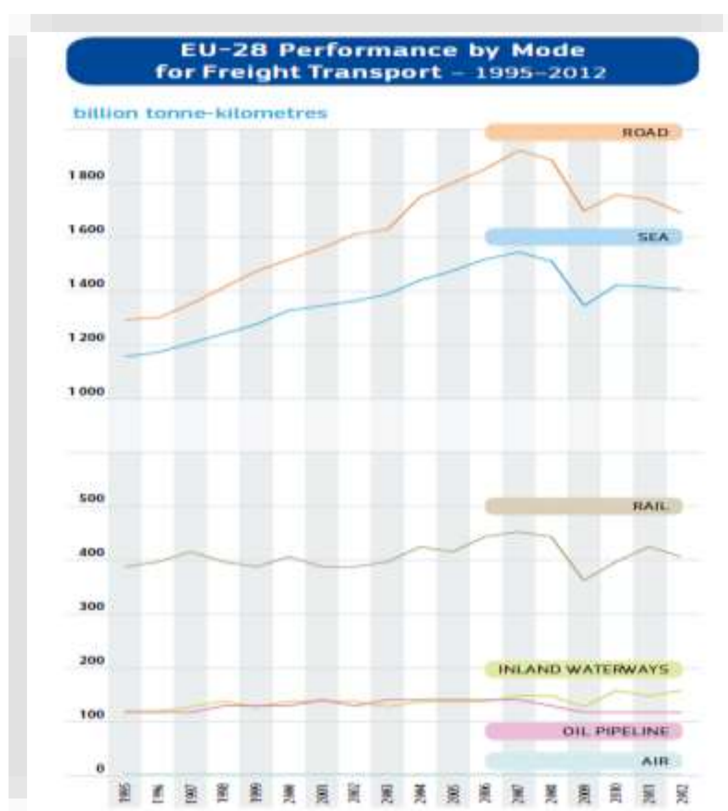


Figura 1: Evolución por modos del volumen de mercancías transportado en la EU-28 durante el periodo 1995-2012, expresado en billones[6] de toneladas*km (EU Transport in Figures, 2014; Comisión Europea)

[6] Billones en el sistema anglosajón, equivalente a 1.000.000.000 = 10^{-3} billones en el sistema internacional

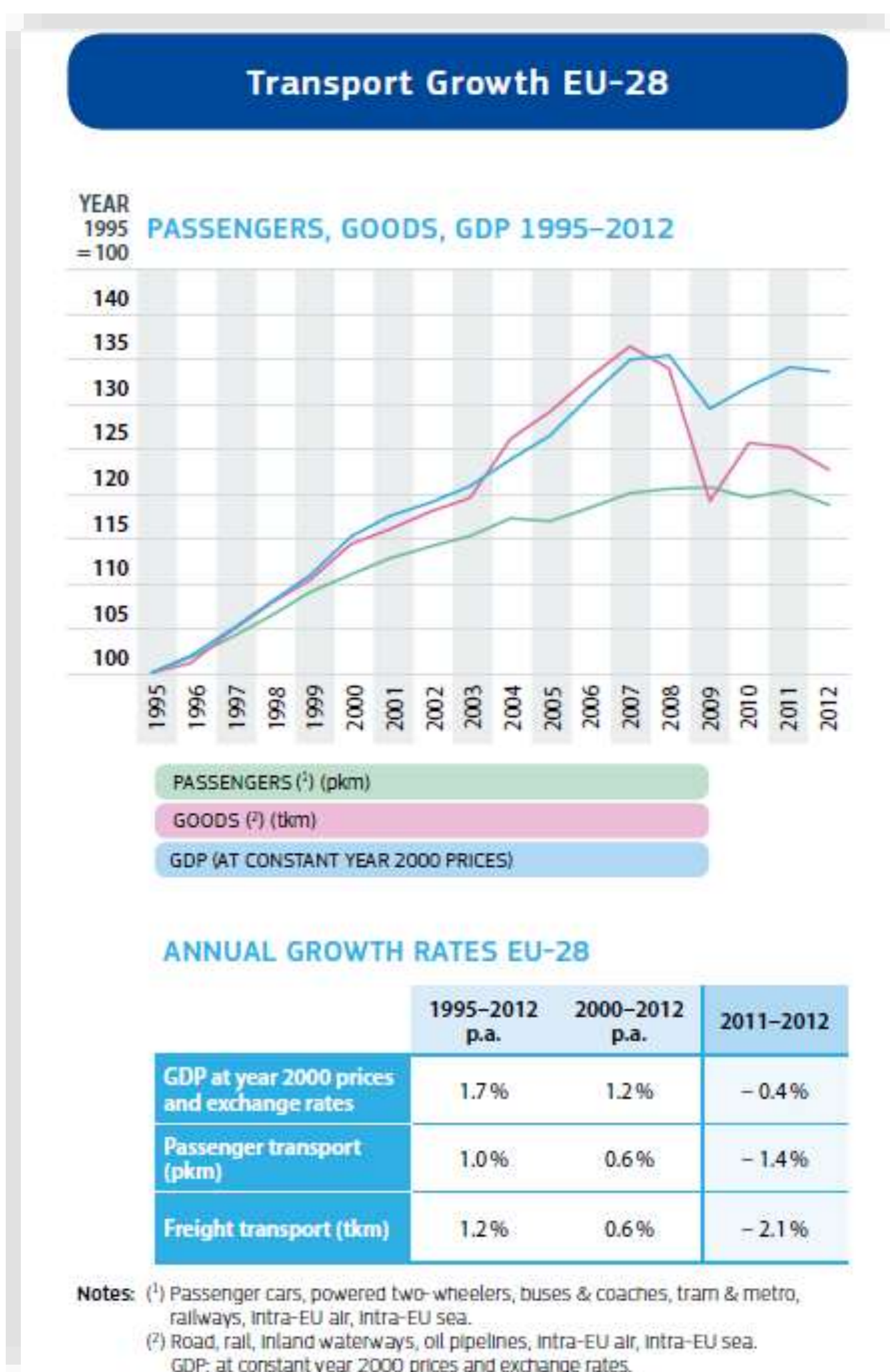
- En cuanto al transporte de pasajeros, se estima un total de 6,4 billones de pasajeros kilómetro (p·km), que en media supone unos 12.652 km por persona para la zona de la EU-28 en el año 2012. Por modos, se reparte con un 72,2 % en coche, 2,0 % en moto, 8,2 % en autocares y autobuses, 6,5 % en tren, 1,5 % en metro y tranvía, un 9,0% en avión y un 0,6 % en barco; considerando sólo desplazamientos internos (Intra-EU) en todos los casos.



Figura 2: Reparto modal en el transporte de pasajeros considerando desplazamiento sólo dentro de la Unión Europea de los 28 *(Elaboración propia a partir de datos de EU Transport in Figures, 2014; Comisión Europea)*

- La relevancia sobre la seguridad se refleja tal que: en carretera murieron 28.126 personas en accidentes de tráfico en el año 2012, aunque, no obstante, supone una reducción del 48,8 % respecto el año 2001, habiendo una tendencia a bajar en los últimos tiempos. Por su parte, 36 pasajeros fallecieron en trenes también en 2012, sin contar con accidentes de trabajadores o atropellos. Finalmente, no hubo ninguna pérdida humana durante el año 2012 sobre cielo europeo.

En la Figura 3 se muestra la evolución relativa del transporte de pasajeros y mercancías tomando por referencia el año 1995, así como del PIB actualizado a precios constantes del año 2000 (en inglés Gross Domestic Product –GDP-) en la EU-28 para el periodo de 1995 a 2012. La tabla que se acompaña bajo la gráfica indica el valor de las tasas de variación anual para distintos periodos de estos tres factores. Apréciese la efeméride de la caída en las cantidades totales de bienes transportados entre los años 2007 y 2009, es decir, durante el comienzo de la reciente crisis económica en el Mundo Occidental, rompiendo con la tendencia creciente a lo largo de todo el periodo; coincidiendo además con la bajada del PIB y el estancamiento en el número total de pasajeros kilómetro. Nótese pues, la estrecha relación entre el transporte de mercancías y la macroeconomía y, aunque no tanto, también la influencia sobre el número de viajeros.



	1995–2012 p.a.	2000–2012 p.a.	2011–2012
GDP at year 2000 prices and exchange rates	1.7 %	1.2 %	− 0.4 %
Passenger transport (pkm)	1.0 %	0.6 %	− 1.4 %
Freight transport (tkm)	1.2 %	0.6 %	− 2.1 %

Notes: (1) Passenger cars, powered two-wheelers, buses & coaches, tram & metro, railways, intra-EU air, intra-EU sea.
(2) Road, rail, inland waterways, oil pipelines, intra-EU air, intra-EU sea.
GDP: at constant year 2000 prices and exchange rates.

Figura 3: Evolución del transporte de pasajeros y bienes y del PIB para el periodo 1995-2012 en la EU-28 ***(EU Transport in Figures, 2014; Comisión Europea –Eurostat-)***

A pesar del gran motor económico que representa el sector transportes y de su utilidad social a escala global, existen **costes asociados** que recaen directa o indirectamente sobre la sociedad por el mero hecho de desarrollarse su actividad.

Según el estudio IMPACT[7] ordenado por la Comisión Europea, debe distinguirse entre:

- Costes sociales: debidos a la provisión y uso de las infraestructuras del transporte, tales como desgaste de las infraestructuras, costes de capital, congestión, accidentes y costes medioambientales.
- Costes privados o internos: transmitidos directamente por los usuarios, como pueden ser el desgaste y consumo de energía de los vehículos, tiempo de viaje o las tasas y otros impuestos.

A la diferencia entre ambos tipos de costes se la conoce como costes externos o **externalidades** y viene a significar que existen ciertos costes, derivados del propio ejercicio del transporte, que no son tenidos en cuenta y, por tanto, no son pagados por los usuarios.

Las pretensiones actuales tienden a cuantificar e incluir dichas externalidades en el proceso de toma de decisiones y cobrar su valor a través de instrumentos de mercado, como tasas, cargos, etc. A este mecanismo se le denomina **internalización**.

En la obra "*Handbook of External Costs of Transport", de 2008 y actualizada en 2014; encargada por la Comisión Europea*, se abordan estos conceptos y se proponen diferentes métodos para la estimación de costes externos con el fin de poder desarrollar políticas de internalización tales como esquemas de precios eficientes.

Dicho manual esquematiza y agrupa los costes más relevantes, indicando además el nivel de externalidad y las diferencias más sustanciales entre los diferentes modos de transporte. Esta misma información se ofrece de forma tabulada y traducida al castellano en el informe "*Las Externalidades Del Transporte En Europa"* [8]*:*

[7] IMPACT: acrónimo de ""Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport", proyecto desarrollado en los años 2007-2008.

[8] Resumen, traducción y adaptación del título original *Handbook of External Costs of Transport*, editado por el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) y por Comisiones Obreras (CC.OO.) de Aragón.

Componente de coste	Costes privados y sociales	Parte externa, en general	Diferencias entre modos de transporte
Costes de escasez de infraestructura (Congestión y los costes de escasez)	Todos los costes para los usuarios y para el conjunto de la sociedad (el tiempo, la fiabilidad, funcionamiento, pérdidas en las actividades económicas) causada por densidades de tráfico altas	Costes adicionales impuestos al resto de usuarios y a la sociedad excediendo los propios costes suplementarios	En el transporte no regular (por carretera), la parte externa es la diferencia entre el coste marginal y el coste medio basado en una función del coste de la congestión. En servicios regulares de transporte (ferroviario, aéreo), la parte externa es la diferencia entre la voluntad de pagar por las franjas horarias escasas y la tasa que deba cobrarse por el surco de circulación disponible.
Costes de accidentalidad	Todos los costes directos e indirectos de un accidente (costes de material, los gastos médicos, pérdidas de producción, sufrimiento y dolor causados cuando hay víctimas mortales)	Parte de los costes sociales que no se consideran tanto en el riesgo propio como en el colectivo y que no son cubiertas por los seguros (terceras partes)	Hay un debate sobre la anticipación del nivel de riesgo colectivo en el transporte individual. ¿El coste de un accidente de automóvil es una cuestión individual de anticipación de riesgo o es una cuestión colectiva? Además, hay diferentes niveles de responsabilidad entre los seguros privados (particulares en el transporte por carretera) y los de los operadores de transporte (ferroviario, aéreo, marítimo)
Costes medioambientales	Todos los daños al medio ambiente (costes de salud, daños materiales, daños y perjuicios a la biosfera, riesgos a largo plazo)	Parte de los costes sociales que no se consideran (pagados).	Dependiendo de la legislación, el nivel de la fiscalidad ambiental o la responsabilidad de realizar las medidas de prevención es diferente según el modo de transporte.

Tabla 1: Principales costes del transporte, nivel de externalidad y diferencia entre modos (adaptado de *Las Externalidades del Transporte en Europa, 2009; ISTAS & CC.OO. –Handbook of External Costs of Transport, 2008-*)

Mención aparte merecen los **efectos medioambientales**, cuyos impactos más relevantes se pueden resumir en los siguientes campos (*Transport and the Environment, 2009; Comisión Europea)*:

Ámbito	Problemas
Uso de recursos	○ Consumo de grandes cantidades de derivados del petróleo ○ Extracción de materiales para construcción de infraestructuras
Cambio climático	○ Emisiones de CO_2 y otros gases de efecto invernadero
Consumo	○ Vehículos, fluidos, ruedas
Contaminación del aire	○ Emisiones locales de CO_2, PM, plomo, VOCs, hidrocarburos y NO_x[9]
Ruido y vibraciones	○ Disminución de la calidad de vida de los habitantes cercanos a carreteras, aeropuertos, estaciones y puertos
Ocupación del suelo	○ Uso de espacio para infraestructuras ○ Fragmentación de hábitats
Impactos sobre el agua	○ Contaminación por escapes[10] ○ Contaminación por vertidos ○ Cambio de los cursos de agua

Tabla 2: Principales impactos medioambientales del transporte (Transport and the Environment, 2009; Comisión Europea. -Banister et al., 2000-)

La cantidad de energía final consumida por el sector del transporte representa en torno a un tercio del total de energía consumida por la EU-28, concretamente en 2012 fue del 31,8 % [Figura 4], situándose en segunda posición tras el consumo en hogares, servicios y similares. En términos absolutos la cifra aumentó a 351,7 Mtoe[11] para dicha zona y año.

Por su parte, la emisión de gases efecto invernadero por este sector supone cerca del 20 % del total [Figura 5], dentro del cual el transporte por carretera es con diferencia la principal fuente contaminante, habiendo asumido el 71,8 % de emisiones de entre todos los modos en el año 2012 en la Unión Europea [Figura 6].

---

[9] CO_2: dióxido de carbono; PM: (particulate matter) partículas en suspensión, mezcla de micropartículas sólidas y líquidas que pueden ser inhaladas; VOCs: (Volatile Organic Compound –plural-) compuestos orgánicos volátiles; NO_X: óxidos de nitrógeno.

[10] Referido principalmente a vertidos involuntarios al mar en accidentes marítimos.

[11] toe: (tonne of oil equivalent) tonelada equivalente de petróleo (medida estandarizada indicativa del consumo de energía, que equivale a $4{,}1868 \cdot 10^{16}$J).

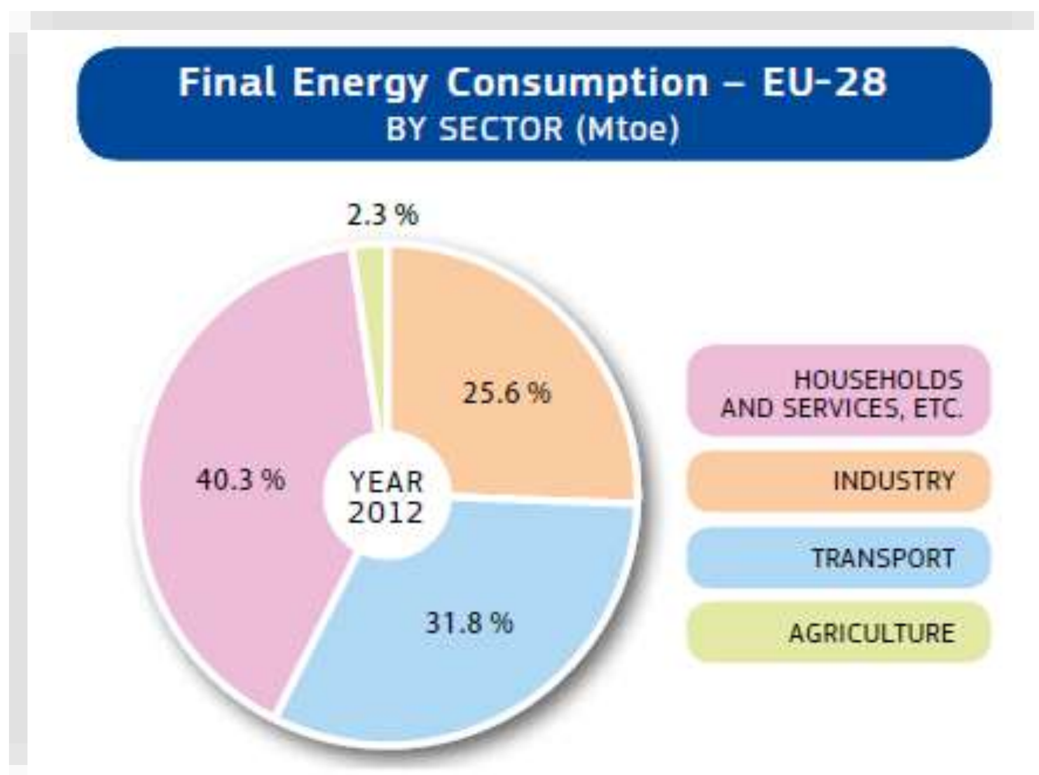


Figura 4: Consumo de energía final por sectores en la EU-28 en 2012 (EU Transport in Figures, 2014; Comisión Europea)

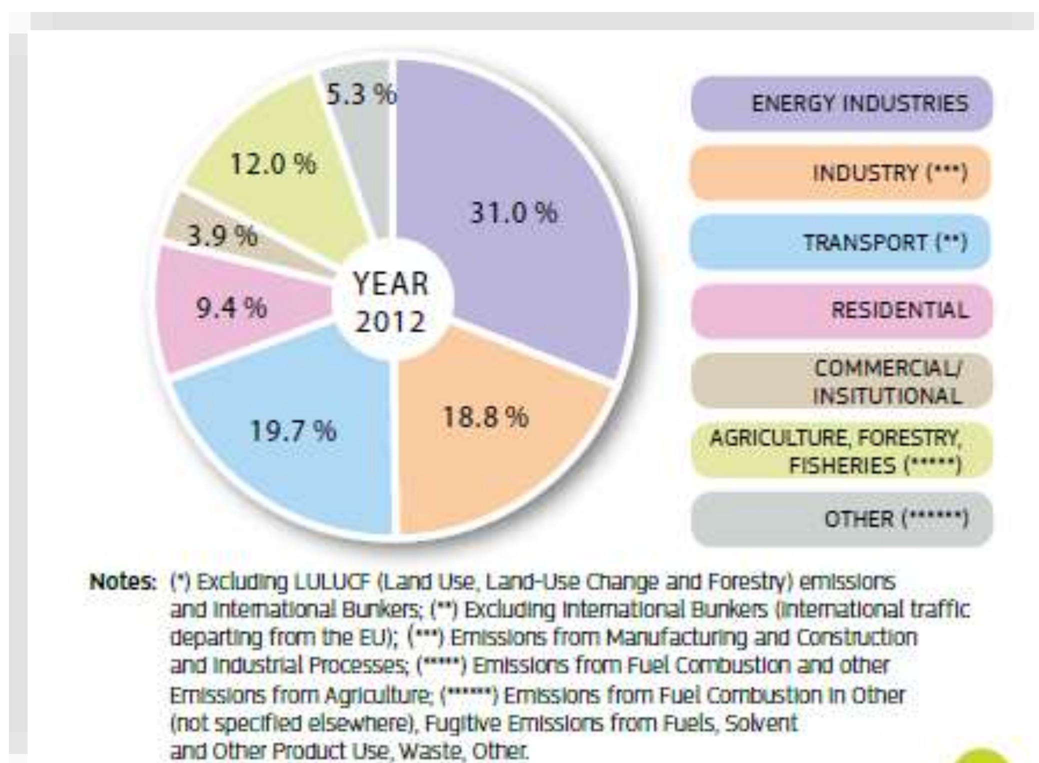


Figura 5: Participación por sectores en emisión de gases efecto invernadero en la EU-28 durante el año 2012 (EU Transport in Figures, 2014)

Pese al claro desmarque de la carretera en cuanto a contaminación atmosférica frente a otros los modos de transporte, resulta indicativo el aumento de hasta el 80 % en la aviación civil y el descenso moderado en el ferrocarril de emisiones en los últimos 20 años [Figura 7].

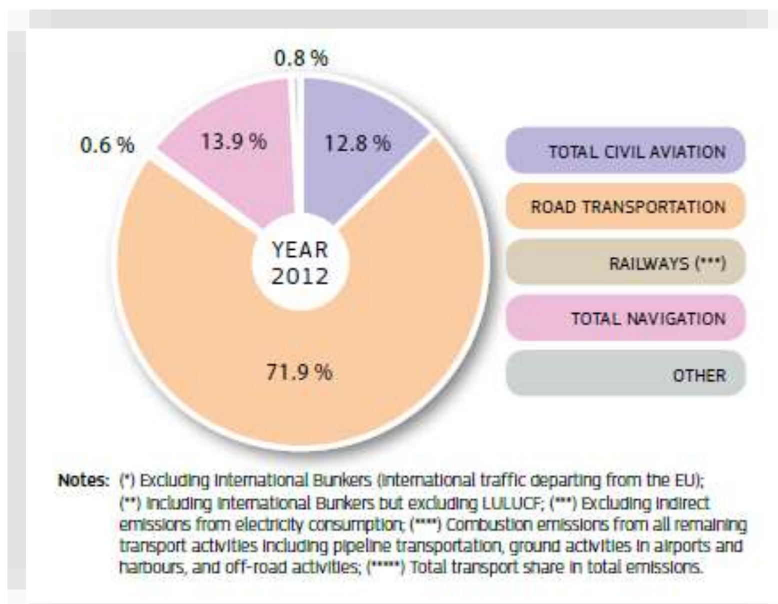


Figura 6: Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero por modo en la EU-28 para el año 2012 (EU Transport in Figures, 2014; Comisión Europea)

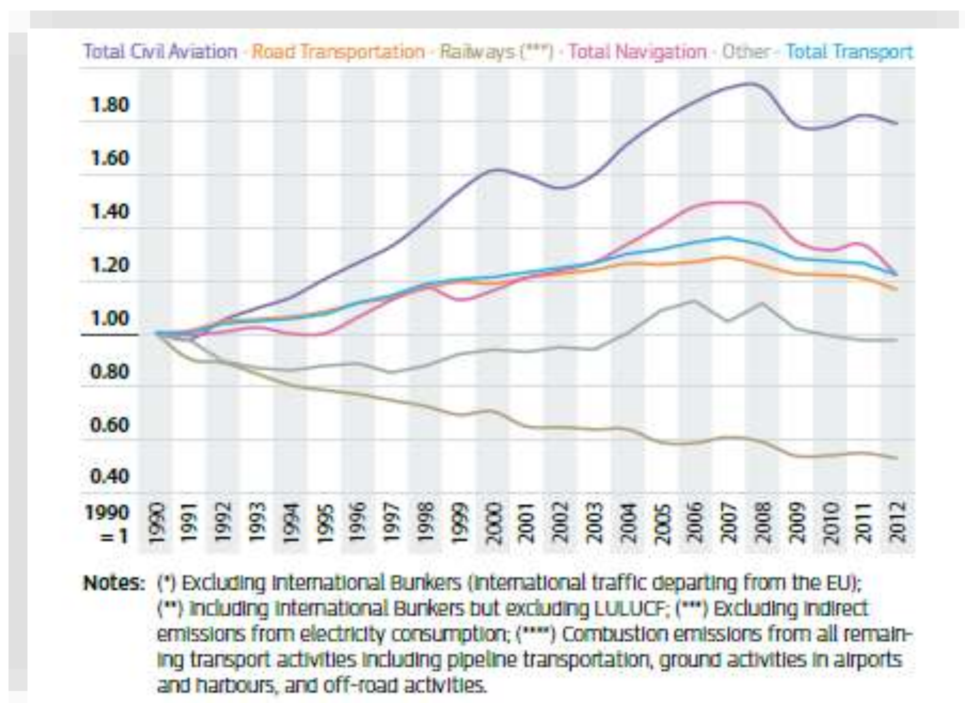


Figura 7: Evolución relativa de emisión de gases de efecto invernadero por modos de transporte con año de referencia 1990 en la EU-28 (EU Transport in Figures, 2014; Comisión Europea)

En el caso del ruido, este es un problema que afecta directamente a las personas provocando trastornos del sueño y, en el reino animal, afecta a las aves, pudiendo obligarles a cambiar sus rutas migratorias con lo que ello supone, y desorienta a ciertas criaturas marinas, especialmente mamíferos como ballenas, que se alejan de sus hábitats naturales donde se encuentra el alimento y además impide que se comuniquen con sus crías. Algunas estimaciones sobre el número personas expuestas a niveles molestos de ruido[12] en la Unión Europea indican que (TERM 2001 – Noise; EEA):

- Alrededor de 24 millones de personas sufren un alto grado de molestia por niveles de ruido superiores a 55 dB debido al tráfico por carretera.
- Cerca de 3 millones de personas perciben niveles muy molestos de ruido por causa del tráfico ferroviario.
- En el caso del ruido provocado por los aviones, éste es aún más molesto debido a que también le suele acompañar vibraciones. Se estima que hasta un 10 % de la población total podría estar expuesta a niveles intolerables.

Si se habla de contaminación atmosférica, no sólo hay que referirse a la emisión de gases de efecto invernadero, sino también de la polución que afecta directamente a la salud. Tales son así ciertas sustancias nocivas de referencia (*TERM 2012 – The Contribution of Transport to Air Quality; EEA*):

- Las partículas en suspensión o PM (ver nota al pie nº 9), ya sean emitidas directamente o formadas en la atmósfera a partir de otros gases liberados principalmente de la combustión de los automóviles, pueden causar problemas cardiovasculares y de pulmón, provocar ataques al corazón, arritmias y afectar a los sistemas nervioso y reproductivo, pudiendo incluso ser causa de cáncer. En animales producen los mismos efectos negativos que en los humanos y referido a las plantas, afectan a su crecimiento y otros procesos del ecosistema. Estas partículas nocivas suelen describirse por el diámetro máximo que pueden alcanzar, siendo los tamaños de referencia de 10 micrómetros (PM_{10}) y 2,5 micrómetros ($PM_{2,5}$).
- El ozono O_3, conocido por el importante papel que desempeña la capa formada por este gas en la atmósfera, capaz de filtrar los rayos ultravioletas UV procedentes del Sol, afecta perjudicialmente a los humanos cuando entran en contacto con él, irritando ojos, nariz, garganta y pulmones, dañando sus tejidos y produciendo graves

[12] Se habla de ruido molesto cuando la información relativa a la exposición del ruido ha sido traspuesta en estimaciones de molestia.

contrariedades respiratorias. En plantas es capaz de herir sus hojas, reducir la fotosíntesis, alterar su crecimiento y reproducción, etc. Este gas no es liberado directamente pero sí se forma como consecuencia de una cadena de procesos químicos derivados de la emisión de óxidos de nitrógeno, carbono y compuestos orgánicos volátiles, creados por la combustión del petróleo.

- El dióxido de nitrógeno NO_2, se forma principalmente por la oxidación del óxido de nitrógeno NO, pero también es emitido en menor proporción directamente por los motores de combustión, significativamente más en los de tipo diésel que en los de gasolina. Puede agravar las enfermedades de pulmón y generar infecciones respiratorias, aunque los efectos sobre el medio físico son los principales focos de preocupación, ya que contribuye a la acidificación y eutrofización[13] de suelos y agua.
- El monóxido de carbono CO se produce por la combustión incompleta de los carburantes, aunque se encuentra en progresiva disminución gracias a la instalación de catalizadores en los vehículos modernos. Las concentraciones peligrosas suelen estar limitadas tanto temporal como espacialmente en lugares de elevado tráfico. Puede producir enfermedades del corazón, afectar al sistema nervioso y también puede ser causa de dolores de cabeza, mareos y fatiga.
- El dióxido de azufre SO_2 se produce por la quema de combustibles fósiles que contienen azufre. Afecta al sistema respiratorio y a la funcionalidad de los pulmones y puede irritar los ojos. Es el mayor precursor para la formación de $PM_{2,5}$.
- Los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano NMVOCs[14] afectan directamente a la salud humana, son un importante factor en la formación del ozono O_3 y una de las sustancias más importantes que se incluyen en este grupo, el benceno C_6H_6, producido por la combustión incompleta de combustibles fósiles, es altamente dañino en humanos, siendo un producto cancerígeno capaz de dañar a los sistemas nervioso e inmune, y en el medioambiente, afectando a la vida acuática, invertebrados y plantas.
- Los hidrocarburos aromáticos policíclicos PAHs[15] procedentes del tráfico por carretera entre otras muchas fuentes, son cancerígenos y pueden ocasionar

[13] La eutrofización antropogénica es un proceso mediante el cual se alteran los ecosistemas, sobretodo acuáticos, debido al aporte excesivo de nutrientes, especialmente nitrógeno procedente de diversas fuentes contaminación.
(*http://triplenlace.com/2012/09/27/eutrofizacion-causas-y-efectos/*)

[14] NMVOC: acrónimo anglosajón de Non-Metahane Volatile Organic Compound

[15] PAH: acrónimo del inglés Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

irritación en ojos, nariz, garganta y bronquios y ser tóxicos para la vida acuática, las aves y los invertebrados.

Por último, la fragmentación del territorio debido a la red de infraestructuras del transporte genera un grave problema sobre la biodiversidad, teniendo impactos directos por su proximidad, alterando, fragmentando y aislando los hábitats. Para el año 1998 se obtuvo que el tamaño medio de las parcelas no fragmentadas en la Unión Europea era de 121 km^2.

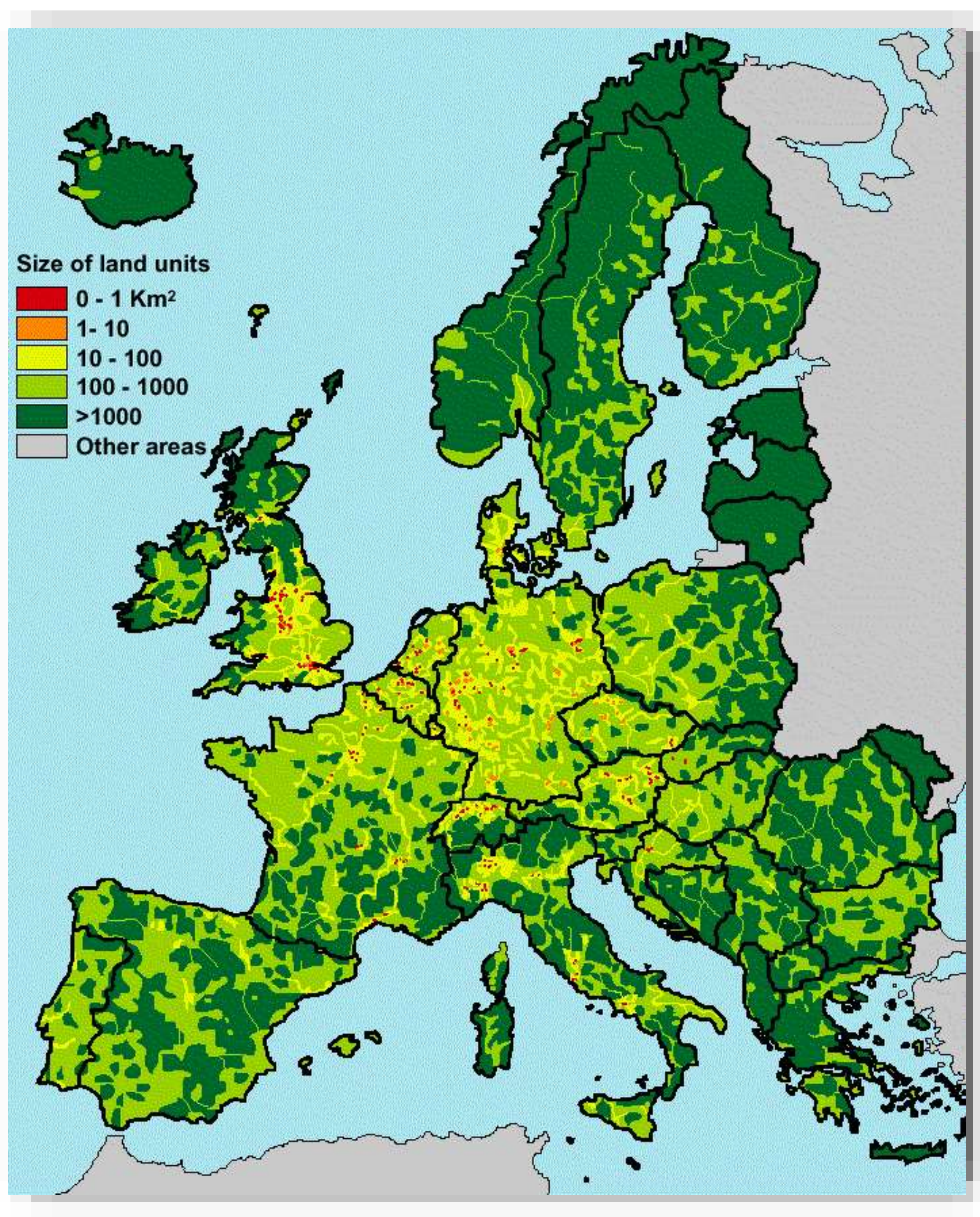


Figura 8: Tamaño medio de las parcelas no fragmentadas por la red de transportes ***(TERM 2002 06 EU+AC — Fragmentation of ecosystems and habitats by transport infrastructure; EEA)***

3.2. Los agentes del transporte

3.2.1. Piezas fundamentales

En el transporte de mercancías, y en el sistema de transportes en general, existen tres tipos de agentes[16] clave. Éstos son (*adaptado de apuntes de "Transportes", asignatura troncal de 2º curso, plan 2002; ETSICCP Granada*):

- Demandantes de servicios: son los clientes del sistema y determinan la demanda en todos sus aspectos (cantidad, calidad, etc.).
- Prestatarios de servicios: ofertan aquellos servicios demandados por los usuarios bajo unas condiciones que buscan concurrir con las exigencias de estos últimos.
- Administración: es la encargada de controlar y regular el sistema, de modo que satisfaga los intereses globales de todos los participantes.

Como inciso, en la bibliografía original, el grupo de demandantes de servicios es sustituido por el de usuarios, habiéndose cambiado; ya que, en ocasiones, puede considerarse a los prestatarios de servicios igualmente como usuarios del sistema, sin embargo, en este caso, el grupo de usuarios se refería sólo a los demandantes de servicios.

3.2.2. Agentes implicados en el mercado de servicios logísticos y transporte

Si se refiere a la prestación e intermediación en los servicios logísticos y de transporte, los agentes involucrados se pueden agrupar en las siguientes 5 figuras (*Estrategia Logística de España, 2013; Ministerio de Fomento*):

- **Cargadores**: "persona, física o jurídica, que, ya sea directamente o como intermediario de transporte, solicita la realización del transporte en nombre propio y frente a la cual el porteador asume, en virtud del contrato, la obligación de efectuarlo".
- **Transitarios**: "organizadores de los transportes internacionales y, en todo caso, de aquellos que se efectúen en régimen de tránsito aduanero, realizando en relación

[16] Entiéndase en este caso agente como parte implicada en el proceso; según las definiciones de la RAE: "1. Que obra o tiene virtud de obrar" y "3. Persona o cosa que produce un efecto". En otros contextos, sobre todo en el ámbito económico, se refiere a agente como intermediador o "4. Persona que obra con poder de otra" y "5. Persona que tiene a su cargo una agencia para gestionar asuntos ajenos o prestar determinados servicios".

con los mismos las siguientes actividades: a) Contratación en nombre propio con el transportista […]; b) Recepción y puesta a disposición del transportista designado por el cargador, de las mercancías a ellos remitidas como consignatarios".

- **Operador logístico:** La Organización Empresarial de Logística y Transporte UNO define el operador logístico como "aquella empresa que diseña, organiza, gestiona y controla los procesos de una o varias fases de la cadena de suministro (aprovisionamiento, transporte, almacenaje, distribución e incluso ciertas actividades del proceso productivo)", utilizando para ello los medios que considere necesarios.
- **Agencias de transporte**: La Ley 9/2013, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 16/1987, de 30 de julio, de Ordenación de los Transportes Terrestres, define las agencias de transporte como las "empresas especializadas en intermediar en la contratación de transportes de mercancías, como organización auxiliar interpuesta entre los usuarios y los transportistas. En el ejercicio de su actividad las agencias podrán desarrollar todas las actuaciones previas de gestión, información, oferta y organización de cargas y servicios necesarias para llevar a cabo la contratación de los transportes."

  Las ***agencias de carga completa*** gestionan la carga que proviene de un único cliente (carga completa).

  Las ***agencias de carga fraccionada*** gestionan los procesos de transporte que requiera operaciones previas al transporte, como el grupaje, la consolidación de la carga, la carga y descarga, etc.



- **Empresas de transporte**: "persona, física o jurídica, titular de una empresa especialmente concebida y equipada para la realización material de transportes de mercancías por cuenta ajena con sus propios medios personales y materiales, y que, al efecto, dispone de uno o más vehículos adecuados con capacidad de tracción propia, bien en propiedad, o en virtud de cualquier otro título permitido por la legislación vigente".

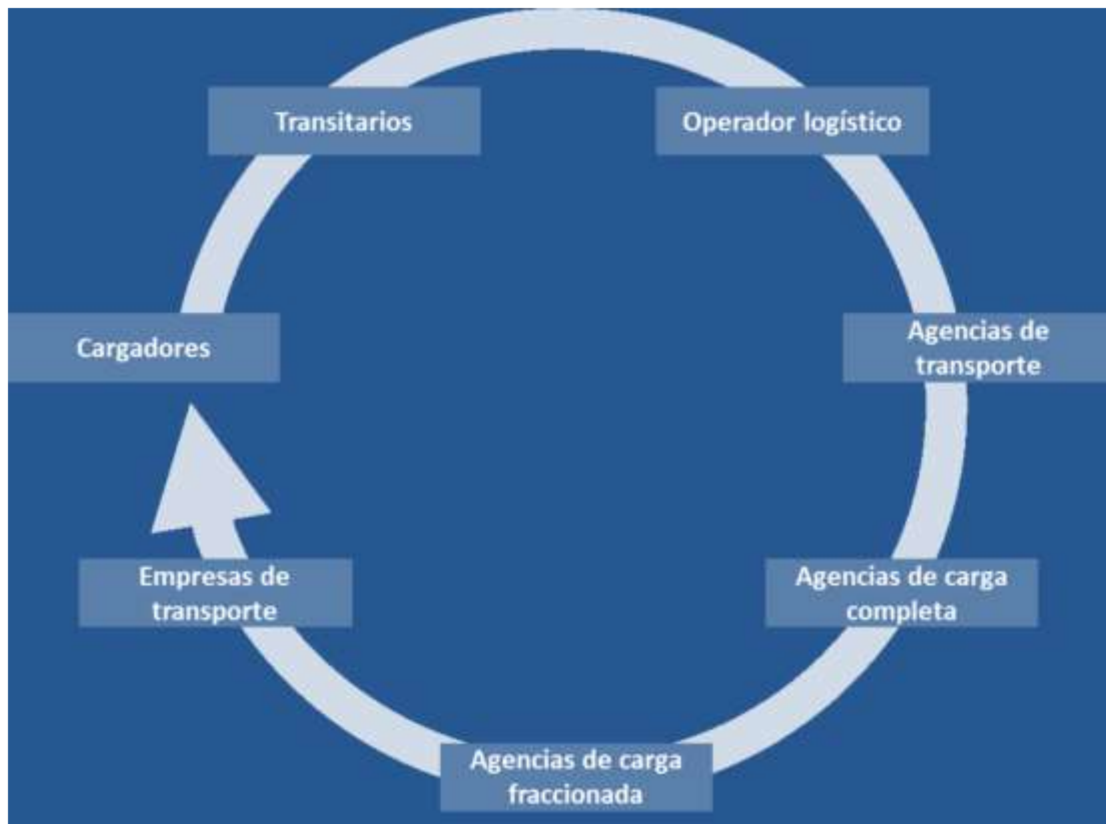


Figura 9: Agentes implicados en el mercado de servicios de transporte y logística (Estrategia Logística de España, 2013; Ministerio de Fomento)

Otros organismos ofrecen definiciones parecidas para alguno de estos términos que, sin embargo, implican consideraciones distintas. Tal es el caso de la definición de operador logístico proporcionada por el *Centro Español de Logística* (*CEL*), que lo describe como: "empresa del sector transporte que lleva a cabo la planificación, implementación, y control del eficiente y efectivo transporte, almacenaje y distribución de mercancías, servicio e información, concerniente desde el punto de origen hasta el punto de destino, con objeto de satisfacer los requerimientos del cliente". Esto supone que tanto las empresas de transporte como las empresas auxiliares y complementarias al transporte no puedan considerarse por sí mismas como operador logístico (*El Operador Logístico del Transporte, 1997; Millán Jaldón, J.A.)*.

Sin embargo, otros autores no son tan exhaustivos con esta definición y llaman operadores a cualquier ente que realiza una función específica dentro de la cadena de suministro (definida en el apartado 3.3), lo cual puede interpretarse como poco riguroso.

3.2.3. Figuras en los distintos modos de transporte

Atendiendo específicamente a los elementos más importantes discretizados por modos, se tienen los siguientes *(Gestión del Transporte: Introducción a la Gestión de la Cadena de Transporte, 2001; Mira, J.):*

En el caso del **transporte marítimo**, dada su importancia y singularidad, se distinguen sujetos muy especializados en su ámbito:

- Armador: es quien contrata a la tripulación y arma el buque. Puede coincidir con el propietario (quien posee titularidad jurídica del buque) o ser arrendatario.
- Naviera: es quien explota económicamente el buque.
- Consignatario: representante de la naviera en puerto. Se encarga de todas las operaciones necesarias en los puertos, tales como entrada, salida, aprovisionamiento, etc.
- Estibador: generalmente contratado por el consignatario y por cuenta del armador, se encarga de las operaciones de carga y descarga.
- Fletador: es quien contrata la utilización del buque.

Otros actores más discutidos en la literatura a la hora de distinguirlos dentro del grupo anterior son: capitán (persona con capacidad para dirigir la embarcación y representar al Estado), bróker marítimo (intermediario de los fletamentos) y cargador (a veces igualado al fletador, es definido como el que confía a terceros la mercancía en el transporte).

En el caso del **transporte por carretera**, apenas se reconoce la figura de agencia de transportes y su consiguiente diferenciación dentro de ésta entre las de carga completa y carga fraccionada (términos todos definidos al comienzo de este mismo apartado 3.2).

Para el modo de **transporte por ferrocarril** se distinguen la red de ferrocarriles, ya sea nacional o transeuropea, los entes gestores en cada caso, y el operador ferroviario, empresa de transportes con licencia para realizar servicios ferroviarios utilizando la red de vías y demás infraestructuras.

Finalmente, en el **transporte aéreo**, aparecen los siguientes actores:

- Agente IATA[17]: aquel con autorización para actuar en nombre de una línea aérea, con solvencia técnica y económica y capacidad para emitir documentos oficiales. Conlleva una responsabilidad civil profesional.
- Agente no IATA: transitario sin capacidad para emitir ni cobrar documentos oficiales IATA.
- Agente comercial: encargado de trabajos relacionados con las vendas en una demarcación geográfica determinada.
- Consolidador: se ocupa de agrupar las cargas de diferentes clientes con el fin de reducir costes.

3.3. La cadena de suministro

En la obra *"Defining Supply Chain Management" (Mentzer et al.; 2001)* los autores llegan a la conclusión, tras estudiar diversas definiciones de varios expertos, que la **cadena de suministro, abastecimiento o aprovisionamiento** como se le conoce (en inglés Supply Chain), puede describirse en el contexto de la logística como sigue:

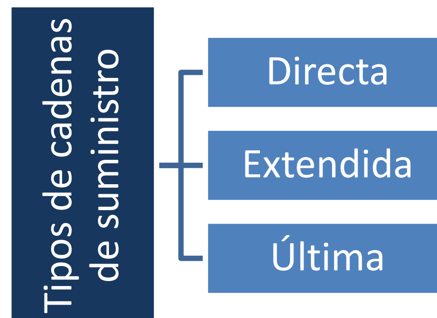
"La cadena de suministro es el conjunto de tres o más entidades (individuales u organizaciones) directamente relacionadas con los flujos ascendentes y descendentes[18] de productos, servicios, financiación y/o información entre el proveedor y el cliente"

Asimismo, cabe diferenciar entre tres grados distintos de complejidad de la cadena [Figura 10]:

- Cadena de suministro directa: compuesta por una empresa, un proveedor y un cliente relacionados por los flujos ascendentes y descendentes de productos, servicios, financiación y/o información.
- Cadena de suministro extendida: incluye proveedores y clientes intermediarios inmediatos al cliente final, todos involucrados en los flujos ascendentes y descendentes de productos, servicios, financiación y/o información.
- Cadena de suministro última: engloba a todas las organizaciones involucradas en todos los flujos ascendentes y descendentes de productos, servicios, financiación y/o información desde el último proveedor hasta el cliente final.

[17] IATA: acrónimo de International Air Transport Association (Asociación Internacional de Transporte Aéreo)

[18] En el artículo de *Mentzer*, parece referirse a los flujos descendentes como aquellos que van de proveedor a cliente y a los ascendentes de cliente a proveedor.



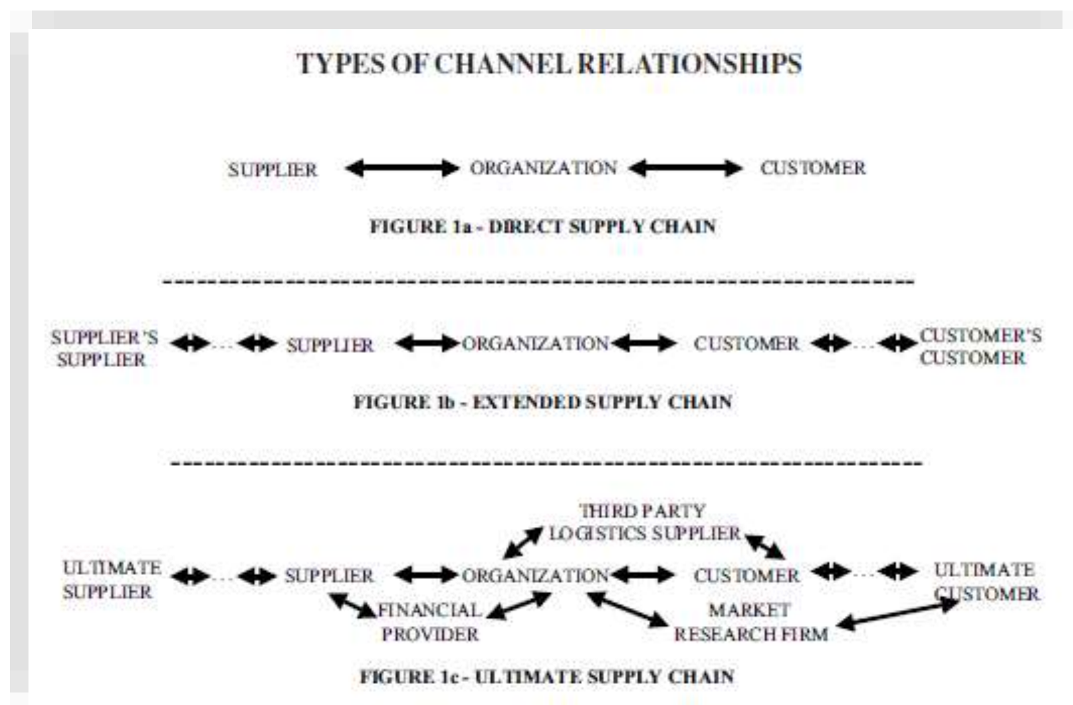


Figura 10: Tipos de relaciones en la cadena de suministro *(Defining Supply Chain Management, 2001; Mentzer et al.)*

De esta manera, en ese mismo artículo de la revista *Journal of Business Logistics, Vol. 22, Nº 2, 2001*, se propone una amplia definición de la **gestión de la cadena de suministro** (en inglés: Supply Chain Management –SCM-), que, tras un riguroso análisis de todos los procesos implicados en todas las áreas temáticas, queda de la siguiente forma (Mentzer et al., 2001):

"La gestión de la cadena de suministro se define como la coordinación estratégica y sistémica de las funciones tradicionales de negocio y las tácticas a través de estas funciones de comercio en una empresa particular y a través de los acuerdos en la cadena de suministro, con el fin de mejorar el rendimiento a largo plazo de las compañías y de la cadena de suministro en su conjunto"

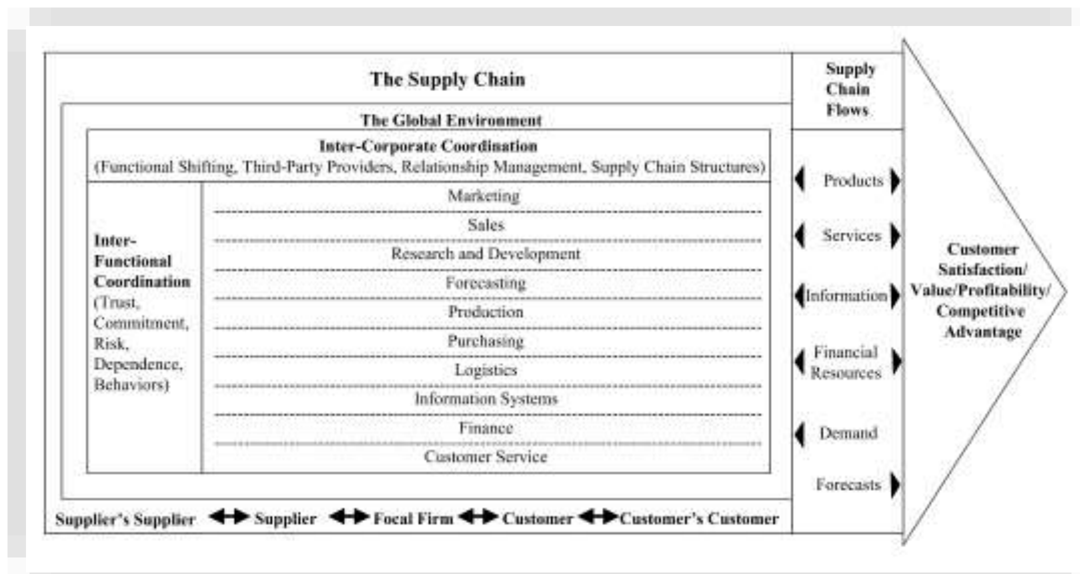


Figura 11: Modelo de gestión de la cadena de suministro (Defining Supply Chain Management, 2001; Mentzer et al.)

3.4. El contrato de transporte

Según la Ley 15/2009, de 11 de noviembre, del contrato de transporte terrestre de mercancías, en su Artículo 2, se define el contrato de transporte como:

"aquél por el que el porteador se obliga frente al cargador, a cambio de un precio, a trasladar mercancías de un lugar a otro y ponerlas a disposición de la persona designada en el contrato"

3.4.1. La documentación en el transporte

A todo transporte de mercancía le acompaña un conjunto de documentos con lo referente al negocio de compraventa que motiva tal transporte, empezando, por supuesto, por el acuerdo entre proveedor y cliente.

Según los apuntes de carácter docente *"Transporte y Logística Internacional" (Dorta-González, P.; 2014*) el documento básico es la factura comercial y, por tanto, debe confeccionarse con el máximo detalle y precisión. A dicha factura le suele acompañar la lista de contenido, donde se especifica el tipo de mercancía.

En función del modo del transporte, existen varios documentos comerciales clave, a saber:

- **En el transporte marítimo**, se encuentran el conocimiento de embarque (sirve de recibo de las mercancías, título de propiedad de las mismas y prueba del contrato de transporte) y la póliza de fletamento (recoge las responsabilidades y obligaciones del propietario del buque y el cargador respecto a la utilización del barco para efectuar el transporte).
- **En el transporte terrestre**, destacan la carta de porte por carretera y la carta de porte por ferrocarril, que sirven en sus respectivos modos de transporte como contrato y recibo de la mercancía, aunque no confiere la titularidad de ésta.
- **En el transporte aéreo**, existe el conocimiento de embarque aéreo que, a diferencia del marítimo, no confiere titularidad de la mercancía.

3.4.2. INCOTERMS 2010

a) ASPECTOS GENERALES

Dorta-González también dedica un capítulo a los INCOTERMS[19], base del comercio internacional de hoy en día, donde los analiza y comenta, tal y como se expone en este subapartado. Los actualmente vigentes son los **INCOTERMS 2010** [Figura 12].

Este autor define a los INCOTERMS como "serie de términos utilizados frecuentemente en los contratos de compraventa internacional, cuyo objetivo es establecer una serie de normas para la interpretación de los términos comerciales utilizados en las transacciones internacionales en relación a la distribución de los gastos y la transmisión de riesgos entre compradores y vendedores", aunque también puntualiza en que no regulan la forma de pago por parte del comprador.

Así pues, estos términos elaborados periódicamente por la Cámara de Comercio Internacional, intentan responder a las cuestiones referidas sobre el lugar exacto de entrega de la mercancía, el momento en el que se transmite el riesgo, la distribución de los costes de la operación y el reparto de los trámites documentales.

Los **aspectos más importantes** a tener en cuenta son (*Transporte y Logística Internacional, 2014; Dorta-González, P.)*:

- Embalaje: corre a cuenta del vendedor, justo con el etiquetaje, y debe ser adecuado para el modo de transporte que se vaya a utilizar.

[19] Abreviatura anglosajona de International Commercial Terms.

- Carga al camión o al contenedor en fábrica o almacén: según normativa de prevención de riesgos laborales de la empresa donde se efectúa dicha operación.
- Transporte interior en el país de origen: es aquel que se realiza de la fábrica al punto de carga para el transporte principal, ya sea un puerto, un aeropuerto, una terminal de carga o el propio almacén del transportista.
- Formalidades aduaneras de exportación: corresponden generalmente a un trámite administrativo con el despacho de aduanas de exportación. Si el transporte se realiza entre países de una misma unión aduanera o económica, como es el caso de la Unión Europea, éstas no existen y apenas se requiere documentación al respecto.
- Costes de manipulación en la terminal de origen, puerto, aeropuerto o estación de tren: son los derivados de los trabajos necesarios en las terminales de carga desde la entrega de la mercancía hasta su carga y estiba en el vehículo de transporte principal. Éstos suelen estar incluidos dentro de los fletes.
- Transporte principal internacional: modo por el que se realiza la mayor parte del desplazamiento de la mercancía.
- Seguro de la mercancía en el transporte: en aras de cubrir riesgos, en función del tipo de INCOTERM, el vendedor o el comprador asume el coste de un seguro sobre la mercancía que no tiene por qué coincidir con el beneficiario del mismo. Es importante detallar el tipo de cobertura (ICC A, ICC B, ICC C)[20], así como el país y la divisa en la que se cobraría. También hay que fijarse que la empresa transportista no tenga ya un seguro global que cubra todos los riesgos para no redundar gastos, como es el caso del transporte por carretera, donde el transportista ya cuenta con un seguro obligatorio.
- Costes de manipulación en terminal de destino: son aquellos generados por las operaciones necesarias para la descarga y desestiba de la mercancía y nueva carga sobre el siguiente vehículo de transporte.
- Formalidades aduaneras de importación, aranceles, impuestos interiores, impuestos especiales y trámites: son los trámites necesarios que hay que realizar cuando la mercancía llega a un país que no pertenece a la misma área económica del país de origen. Se trata por regla general de la aduana y de los impuestos interiores, aunque también pueden requerirse otros documentos tales como certificados de origen o de inspección, entre otros.

---

[20] ICC es acrónimo de Institute Cargo Clauses, uno de los términos más usados en el aseguramiento de mercancías, siendo el ICC A el de mayor cobertura (cubriendo daños, demoras, huelgas, insolvencias, etc.) y el ICC C el de cobertura mínima.

b) TÉRMINOS

Por otra parte, los principales cambios respecto a la versión anterior, del año 2000, son la eliminación de los términos DAF ((Delivered at Frontier), DES (Delivered ExShip), DEQ (Delivered ExQuay) y DDU (Delivered Duty Unpaid) y la creación de DAT (Delivered at Terminal) y DAP (Delivered at Place), quedando un total de 11 términos que pueden clasificarse en 4 grupos:

b.1.- Grupo E

Incluye un único término, el cual deja como única responsabilidad del vendedor la de hacer disponer de la mercancía al comprador en una determinada fecha y ya embalada. Dicho término se define como:

i *EXW (Ex Works -named place-)*

Puede traducirse como “En fábrica –lugar determinado-“. El vendedor pone a disposición del comprador la mercancía en sus propias instalaciones, es decir, el comprador debe hacerse cargo de todos los costes y responsabilidades del transporte. Sin embargo, puede haber problemas a la hora de obtener los documentos de exportación, ya que no lo maneja el vendedor, y además muchas veces la política de prevención de riesgos laborales es incompatible con la manipulación de personal ajeno de la mercancía dentro de las instalaciones del exportador. Por ello, se recomienda usar este término en operaciones de tipo Courier, en las que es el propio transportista quien realiza la carga, y entre países sin procedimientos aduaneros, como son las uniones económicas (p. ej. UE).

b.2.- Grupo F

Los términos de este grupo exigen que el vendedor deje la mercancía a disposición del transportista en el lugar de carga correspondiente. Aquí se incluyen:

i *FCA (Free Carrier –named place-)*

Puede traducirse como “Libre transportista –lugar determinado-“. El exportador debe entregar la mercancía al transportista en Fábrica (FCA Fábrica) o Terminal (FCA Terminal), momento a partir del cual todos los gastos y riesgos los asume el importador. Este término se aconseja sobre el EXW, ya que reduce los problemas aduaneros para el vendedor.

ii *FAS (Free Alongside Ship –named loading port-)*

Puede traducirse por "Libre al costado del buque –puerto de carga determinado-". Referido exclusivamente al transporte marítimo, la responsabilidad del vendedor acaba cuando entrega la mercancía en el muelle del país de origen.

iii *FOB (Free on Board –named loading port-)*

Puede traducirse como "Libre a bordo –puerto de carga determinado-". Al igual que el FAS, aplicable sólo al fletamento marítimo, este término va un eslabón más allá, cediendo la mercancía y los riesgos al comprador en el momento en el que ésta se encuentra ya cargada y estibada en la bodega del buque.

b.3.- **Grupo C**

Engloba los términos en los que el vendedor se hace cargo del transporte principal, aunque el riesgo se traspasa en el momento de la carga. Dentro de este grupo están:

i *CPT (Carriage Paid To –named place-)*

Puede traducirse como "Transporte pagado hasta –lugar designado-". El coste del transporte principal lo asume el vendedor, aunque los riesgos pasan al comprador en el momento de la entrega al transportista.

ii *CIP (Carriage and Insurance Paid to –named place-)*

Puede traducirse como "Transporte y seguro pagados hasta –lugar designado-". En este caso el vendedor debe pagar tanto el transporte como el seguro; sin embargo, el beneficiario de este último es el comprador desde el mismo momento en el que la mercancía pasa a manos del transportista. Se recomienda que el comprador pacte con el vendedor un seguro de máxima cobertura (ICC A) que pueda ser cobrado en el país de destino y en la moneda con la que se ejecuta la operación.

iii *CFR (Cost and Freight –named loading port-)*

Puede traducirse como "Costo y flete –puerto determinado-". Para transporte por vía marítima, es equivalente al CPT, donde el vendedor paga el transporte y el comprador el seguro.

iv *CIF (Cost, Insurance and Freight –named loading port-)*

Puede traducirse como "Costo, seguro y flete –puerto determinado-". Exclusivo del transporte por mar, es equivalente al CIP, o sea, el vendedor se hace cargo del transporte y el seguro, pero el beneficiario en caso de siniestro es el comprador.

b.4.- **Grupo D**

Aglutina aquellos términos que establecen que el vendedor debe hacerse cargo de todos los costes y riesgos derivados del transporte hasta el país de destino. Estos términos son:

i ***DAT (Delivered at Terminal –named terminal-)***

Puede traducirse como "Entregado en terminal –terminal designada-". La entrega de la mercancía al comprador se realiza en la terminal acordada en el país de destino, sin el despacho de importación, pero con los gastos de manipulación dentro de esta terminal corriendo a cuenta del vendedor. Es un término recomendado para aquellos casos en los que el país importador se encuentra lejos, con inestabilidad política o con una deficiente red de infraestructuras.

ii ***DAP (Delivered at Place –named place-)***

Puede traducirse como "Entregado en lugar –lugar designado-". La entrega al comprador se efectúa sobre vehículo en un lugar determinado del país de destino, aunque sin el despacho de importación. Es un buen término para negocios dentro de la misma unión económica, ya que no habrá problemas de aduana.

iii ***DDP (Delivered Duty Paid –named place-)***

Puede traducirse como "Entregado con derechos pagados en –lugar designado-". El vendedor entrega la mercancía sobre vehículo en el punto indicado, habiendo ya incluido los aranceles y demás impuestos interiores. Es un término especial, aconsejado para envíos de urgencia con transporte tipo Courier y mercancía de poco valor.

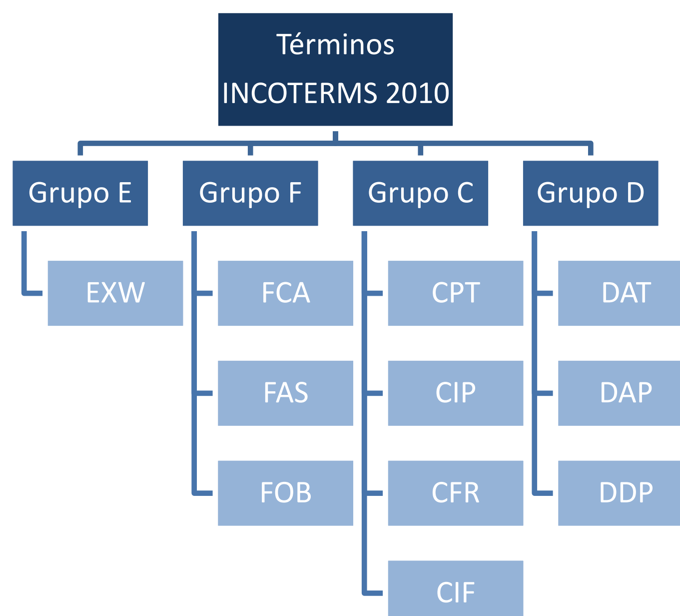


Figura 12: Esquema de los INCOTERMS 2010 (http://xpearths.com -Cámara de Comercio Internacional ICC-)

3.5. Los distintos modos para el transporte de mercancías. Ventajas e inconvenientes

Según el manual "*Gestión del Transporte: Introducción a la Gestión de la Cadena del Transporte" (Mira, J.; 2001),* existen diversas características específicas en cada medio de transporte que es preciso tener muy en cuenta a la hora de aplicar cualquier algoritmo de elección modal. En los siguientes subapartados se puntualiza cuáles son dichas particularidades, así como sus principales fortalezas y debilidades, de acuerdo con dicho manual y complementado con los apuntes de carácter docente de la asignatura "*Transporte de Mercadorias e Logística" (Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*.

3.5.1. Transporte por carretera

El transporte por carretera es el más usado debido a las siguientes ventajas:

- Flexibilidad: se adapta a todas las exigencias del mercado, tanto en origen como en destino, dada la variedad de vehículos disponibles que hacen posible transportar cualquier tipo de mercancía: líquido, granel, paletas, contenedores, etc.
- Servicio puerta a puerta: dentro de transporte continental, es el único medio que puede transportar la mercancía desde el primer punto de origen hasta el último punto de destino y, además, siempre o casi siempre, es necesario en algún trayecto de la cadena de transporte.
- Alta disponibilidad: al ser el medio más utilizado, esto es una ventaja a la hora de requerir un servicio en cualquier parte del mundo, ya que es fácil encontrar empresas de transporte de este tipo con precios razonables dada la gran competitividad.
- Alta fiabilidad: debido a la redundancia de la infraestructura en la mayor parte de los casos, es posible utilizar trazados alternativos con el fin de evitar atascos, obras u otros tipos de incidencias en carretera. Además, el seguimiento puede realizarse en las mejores condiciones.

Otras características e inconvenientes son:

- Mayor siniestralidad: el índice de percances por tonelada*kilómetro es mayor que el resto de modos de transporte.
- Capacidad media: siendo en Europa, para el transporte internacional, la masa máxima autorizada (M.M.A.) de hasta 44 T y las dimensiones máximas permitidas de los vehículos de 4 m de alto, por 2,55 m de ancho y 18,75 m de largo[21].
- Velocidad media: la velocidad típica comercial[22] se encuentra alrededor de los 60 km/h.

[21] Según Directiva Europea 1996/53/CE y modificación 2007/7/CE. Existe una excepción para los vehículos a temperatura controlada, cuyo ancho máximo puede ser de hasta 2,60 m.

[22] La velocidad comercial es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el punto de origen y el punto de destino por el tiempo empleado, incluyendo las paradas realizadas (*Economic Analysis of High Speed Rail in Europe*, *2012; de Rus Mendoza, G.)*.

3.5.2. Transporte por ferrocarril

El transporte ferroviario de mercancías ha presentado en Europa en las últimas décadas un fuerte retroceso en aras del transporte por carretera, especialmente en España [Figura 13]. Esto se debe a ciertas carencias en el sector que hacían menos competitivo a este modo frente a su competidor en el medio terrestre. Sin embargo, recientemente los gobiernos de la Unión Europea están intentando fomentarlo de nuevo, como así consta en las dos últimas ediciones del Libro Blanco del transporte o en los planes estratégicos de logística en España.

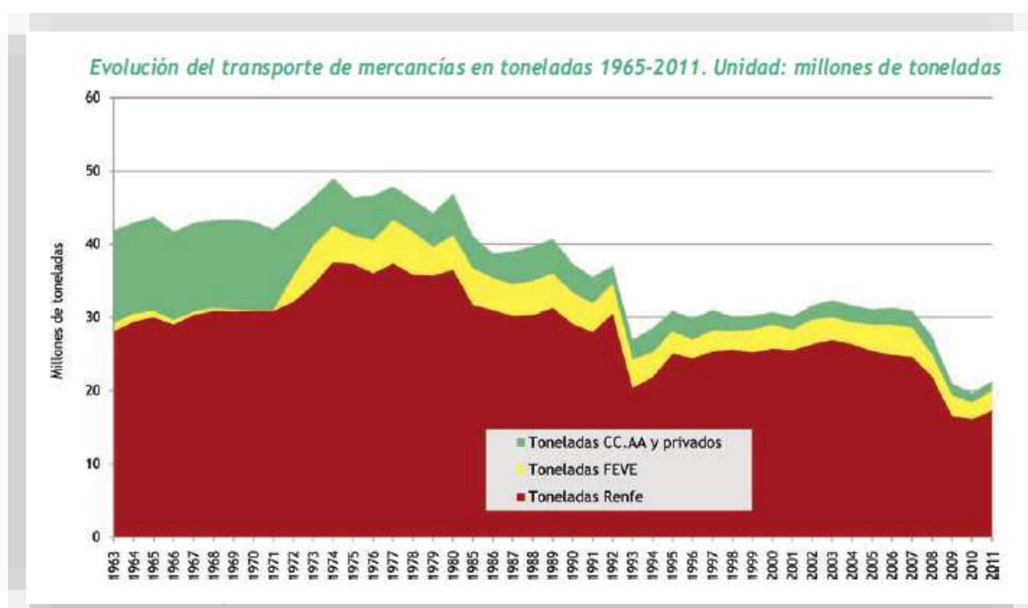


Figura 13: Evolución del transporte ferroviario de mercancías en España entre 1965 y 2011 (*Observatorio del Ferrocarril en España, Informe 2011; Fundación de los Ferrocarriles de España – Ministerio de Fomento*)

De cualquier modo, los atributos que caracterizan a este medio por regla general, en el presente y dentro del contexto geográfico nacional y europeo, pueden resumirse en los siguientes:

- Flexibilidad ante el tipo de mercancía: al igual que el transporte por carretera, puede transportar líquidos, graneles, paletas, contenedores, etc.
- Poca accesibilidad: cobertura limitada por las infraestructuras, tanto en la red de vías como en terminales que dispongan con equipamiento para la manipulación de cargas pesadas.

- <u>Escasez de empresas prestatarias de servicios</u>: estando el mercado cubierto por unas pocas compañías, dando lugar a baja competitividad. Sin embargo, es cierto que este panorama está cambiando gracias a la liberalización del sector.
- <u>Fiabilidad</u>: por un lado, la tasa de siniestralidad es muy baja, si bien, por otro lado, el tráfico de mercancías comparte en la mayoría de casos las mismas infraestructuras que el tráfico de pasajeros, teniendo una posición no prioritaria frente a este último. A ello hay que sumarle la mala interoperabilidad en la red europea, la cual se ha desarrollado en la Unión Europea bajo un enfoque estatal y no internacional, como así se deduce de las distinta electrificación y anchos de vía diferentes entre países [Figura 14 & Figura 15].

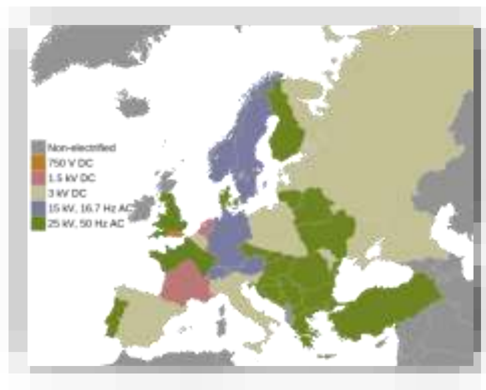


Figura 14: Sistema de electrificación de la red ferroviaria en Europa *(Jklamo, I.; Wikipedia Commons, 2009)*



Figura 15: Anchos de vía predominantes en Europa por países *(Cambio automático de ancho de vía de los trenes en España, 2010; García Álvarez, A. – Fundación de los Ferrocarriles Españoles)*

No obstante, cabe mencionar que esta disociación se ha venido solventando en los últimos años con avances tecnológicos, que permiten la adaptación del material móvil frente a los distintos anchos de vía, y acuerdos políticos a nivel comunitario, por los cuales los nuevos corredores transeuropeos quedan homologados a nivel internacional, construyéndose bajo los mismos patrones.

- <u>Capacidad alta</u>: en dimensiones, los máximos valores típicos permitidos en Europa son: de ancho hasta 2,55 m, de alto alrededor de los 4 m (dependiendo del país) y longitud máxima del tren variable en función de cada país, que a su vez suele estar condicionada por las terminales y capacidad de arrastre de la cabeza tractora. En peso, lo habitual es de hasta 50 T por plataforma (o 22,5 T por eje).

- Velocidad baja: la velocidad comercial de referencia se suele tomar la de 30 km/h. Sin embargo, este aspecto está mejorando considerablemente en la actualidad, habiéndose alcanzado como media en torno a los 55 km/h en España durante los años 2010 y 2011[23].

3.5.3. Transporte marítimo

Es el modo más utilizado para el comercio exterior, ya que da lugar al precio unitario más bajo de entre todos los transportes. Sus principales características son:

- Flexibilidad para transportar grandes masas de mercancías de distinta variedad: puede transportar cualquier tipo de carga. Además, las últimas tendencias llevan a buques especializados en el transporte de líquidos, graneles o contenedores.
- Accesibilidad limitada: restringida a zonas costeras y, dentro de ellas, donde existan puertos acondicionados acordes al tamaño de los buques en origen y destino. Precisa de otros medios.
- Mercado: alta competitividad debido a la existencia de muchas compañías en el sector privado, ofreciendo muchas de ellas servicios especializados.
- Alta fiabilidad: tiempo de entrega apenas condicionado por las condiciones meteorológicas, para las cuales los barcos disponen de modernos sistemas de previsión del tiempo. Por otro lado, el seguimiento de las mercancías no es tan completo como con otros medios.
- Gran capacidad: es el medio que con diferencia más peso y volumen puede transportar, abarcando un rango de entre las 5.000 T y las 250.000 T. Por su parte, el tamaño de los buques sólo está limitado por la capacidad de las infraestructuras portuarias.
- Velocidad baja: la velocidad típica comercial oscila entre los 15 km/h y los 24 km/h, equivalente a 8 y 13 nudos respectivamente. No obstante, la velocidad no suele ser un factor demasiado importante en este caso.

A su vez, existe un subtipo de transporte en auge, derivado de este modo, denominado navegación de corta distancia, más conocido por su expresión inglesa: **Short Sea Shipping** (SSS). Este se trata de un transporte por mar de media y corta distancia (habitualmente dentro del mismo país o países vecinos), utilizado habitualmente como complemento de algún transporte multimodal, permitiendo mayor

[23] Datos del Observatorio de Ferrocarril en España, Informe 2011; Fundación de los Ferrocarriles de España – Ministerio de Fomento.

flexibilidad de los envíos y mejor uso de las plataformas logísticas asociadas: zonas de actividades logísticas (ZAL), centro integral de mercancías (CIM), etc.

3.5.4. Transporte aéreo

El transporte por avión es adecuado para envíos de características muy específicas, ya que presenta grandes ventajas por un lado, pero también grandes inconvenientes por el otro. Dichas características tan determinantes son:

- Baja flexibilidad: es un medio indicado para mercancías de poco peso y volumen, que no sean sensibles a los cambios de presión ni sean radiactivas, explosivos o líquidos, entre otros.
- Poca accesibilidad: se requieren de grandes infraestructuras habilitadas para la carga y descarga de bienes.
- Mercado más enfocado al transporte de viajeros: existen compañías que combinan el transporte de viajeros con el de mercancías en el mismo avión, mientras que también hay otras más especializadas y con servicios regulares o chárter. Los principales clientes son aquellos que precisan de envíos urgentes o cuyas mercancías poseen alto valor añadido (joyas, etc.) o son perecederas. Se trata del medio más caro.
- Muy baja siniestralidad.
- Capacidad limitada: hasta 120 T en algunos Airbus.
- Muy alta velocidad: con una media de 800 km/h, es el modo más rápido.

3.5.5. Otros tipos de transporte

Además de los ya citados, existen otros tipos de transportes de relativa importancia según el ámbito geográfico donde se desarrolle. Los más destacados son:

a) TRANSPORTE FLUVIAL

Es el que se desarrolla en aguas interiores tales como canales, ríos y lagos. Presenta características similares al marítimo, pero con ciertas singularidades:

- Económico: Es el más barato de entre los transportes de interior. A menudo se realiza con remolcador y gabarra.
- Ventajoso: flexibilidad para transportar distintos tipos de mercancías y en grandes masas en el interior de los continentes hasta núcleos de consumo.
- Multimodal: Fácil conexión con otros modos, especialmente con el marítimo.

- Restrictivo: requiere de grandes ríos con profundidad suficiente para la navegación. Por otro lado, las infraestructuras necesarias son mínimas.

Este tipo de transporte tiene gran importancia en Centroeuropa, Norteamérica y Sudamérica.



Figura 16: Transporte fluvial con gabarra y remolcador en el Danubio *(http://www.via-donau.org)*

b) TRANSPORTE POR TUBERÍA:

Tiene un valor estratégico y, a pesar de que la inversión inicial en infraestructuras es muy alta, resulta un medio económico dados los bajos costes de operación y mantenimiento. Además, se trata de un sistema muy automatizado, de gran fiabilidad y capaz de transportar grandes volúmenes, aunque sólo admite ciertos tipos de mercancías. Es este hecho, el del tipo de mercancía que se puede transportar, lo que lleva a hacer las siguientes dos distinciones:

- Oleoductos: son las tuberías capaces de transportar derivados del petróleo.
- Gaseoductos: son las tuberías capaces de transportar gases, principalmente gas natural.

En Europa, son importantes las conexiones de gas natural con el norte de África y con Siberia.



Figura 17: Principal suministro de gas natural en Europa a través de gaseoductos (http://www.learneurope.eu - Gazprom and EU-)



Figura 18: Red de oleoductos y gaseoductos Trans-Adriática (http://www.vlahovicgroup.com)

3.5.6. Comparación entre medios y elección modal.

Una comparación simplificada de los principales medios de transporte de mercancías es la que se ofrece, en términos relativos y generalistas, en la tabla siguiente:

Properties	Road	Rail	Sea	Air
Technology				
Capacity	40 ton	50ton/plat. (+1.500 ton)	+250.000 ton	120 ton
Flexibility	High	Medium	Medium	Low
Reliability	High	Low/Medium	Medium/High	High
Speed	Medium	Low	Very Low	High
Cost	Medium	Low/Medium	Low	High
Market				
Structure	Fragmented	High Concentrated	Concentrated	Concentrated
Competition	High	Low/Medium	High	High
LoS	High	Low/Medium	High	High
Goods	Any	Low valued	Low valued	High valued
Geographic Scope	Any (max. continental)	Continental	Intercontinental	Intercontinental

Tabla 3: Comparación entre los distintos modos de transporte de mercancías (apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013).

Como puede apreciarse, no hay ningún medio que sea mejor que otro en todos los aspectos, sino que cada cual tiene sus potencialidades y sus carencias, por lo que es preciso seleccionar en cada caso el soporte más apropiado y que más se ajuste a los requerimientos tanto del comprador como del vendedor. Por ello, es muy importante tener en cuenta varios factores y condicionantes a la hora de realizar la **elección modal**, de entre los más que caben citar los siguientes (*Gestión del Transporte: Introducción a la Gestión de la Cadena de Transporte, 2001; Mira, J.*):

- <u>Condicionantes de elección modal:</u>
  - Circuitos de ventas
  - Circuitos de distribución de mercancías
  - Volúmenes
  - Tipos de expedición
  - Frecuencia
  - Tipos de mercancía
- <u>Factores de elección modal</u>:
  - Relación calidad/precio
  - Protección de mercancías
  - Servicios de información de red
  - Servicios logísticos
  - Frecuencia/fiabilidad
  - Rapidez

Con todo, en Europa, debido a las políticas llevadas a cabo y los planes infraestructurales materializados, sí es verdad que el transporte por carretera se ha visto más favorecido frente a sus competidores en el transporte de mercancías comunitario, seguido del transporte marítimo, como bien se refleja en el reparto modal en la Unión Europea [Figura 19]



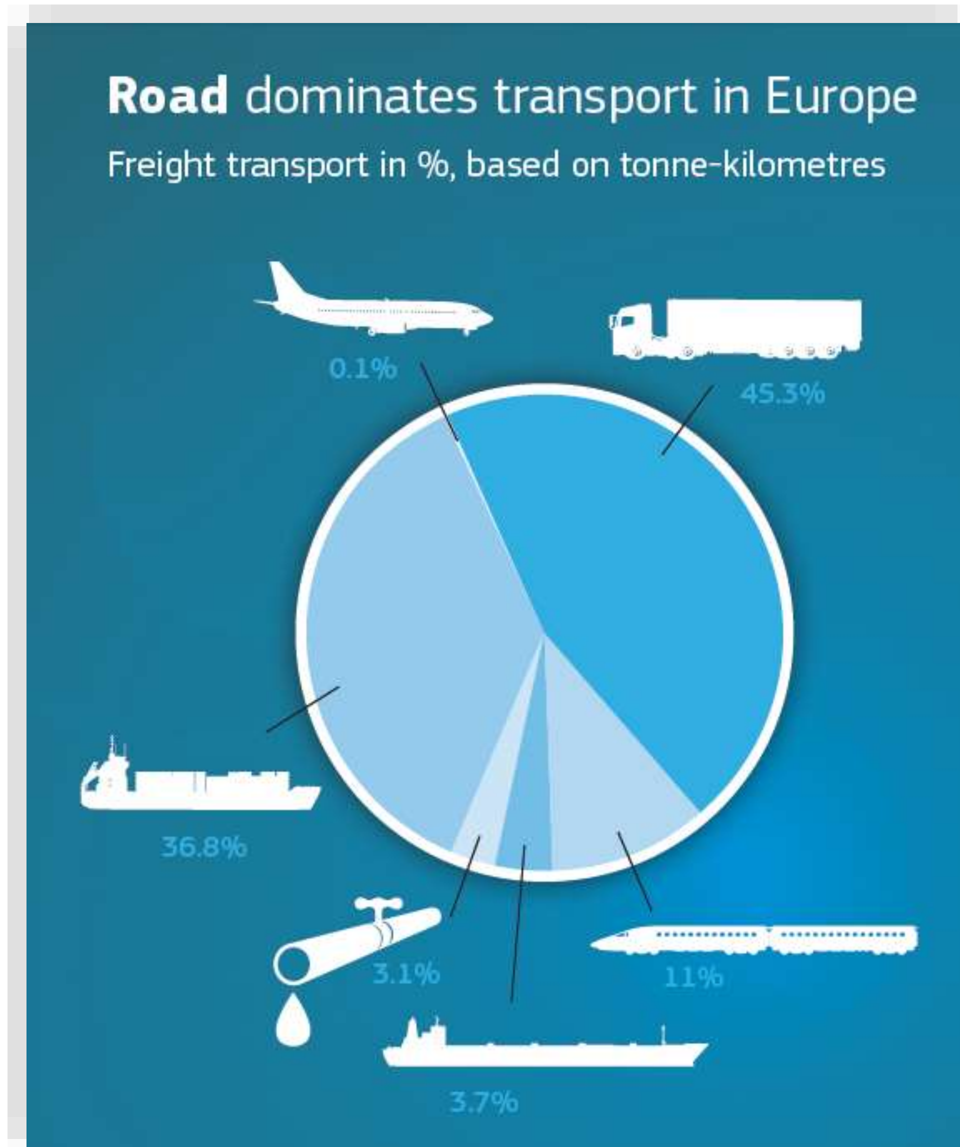


Figura 19: Distribución del transporte de mercancías por modos según las toneladas*kilómetro transportadas *(EU Transport In Figures, 2013; Comisión Europea).*

3.6. Transporte intermodal y multimodal. Las unidades de carga y formas de transmisión de la mercancía.

3.6.1. Diferencia entre intermodalidad y multimodalidad. Características

Transporte intermodal y multimodal a veces se confunden, sin embargo, son conceptos diferentes, tal y como se expone en el *Capítulo I: "El lenguaje del transporte*

intermodal. Vocabulario ilustrado” de la obra *“Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad” (Fundación Cetmo, Ministerio de Fomento; 2004)*:

“Transporte intermodal designa el movimiento de mercancías en una misma unidad o vehículo usando sucesivamente dos o más modos de transporte sin manipular la mercancía en los intercambios de modo”.

“Transporte multimodal designa el movimiento de mercancías usando dos o más modos de transporte, cubierto por un contrato de transporte multimodal, entre lugares distintos”.

Y concluye diciendo que, por tanto, “el transporte intermodal es un tipo de transporte multimodal”.

A su vez, también hace referencia a los conceptos de intermodalidad y multimodalidad, tal que son definidos como sigue:

Intermodalidad: “sistema de transporte en el que dos o más modos de transporte intervienen en el […] envío de mercancías de forma integrada, sin procesos de carga y descarga[24], en una cadena de transporte puerta a puerta”.

Multimodalidad: “organización del transporte mediante la simultaneidad de diferentes modos para un mismo itinerario o en una zona geográfica concreta”.

La Unión Europea reserva el concepto de transporte combinado para designar al transporte intermodal entre los países miembros, en el que la mayor parte del trayecto se realiza por ferrocarril, vías navegables o travesía marítimas y con el recorrido mínimo posible por carretera, excluido únicamente a las etapas inicial y final.

En cuanto a las **ventajas** que un transporte multimodal, para hablar en términos generales, puede tener sobre la contratación de diversos medios por separado, según las condiciones más idóneas en cada segmento del itinerario total; cabe enumerar las siguientes (*Gestión del Transporte: Introducción a la Gestión de la Cadena de Transporte, 2001; Mira, J.*):

[24] Se refiere sin procesos de carga/descarga de la mercancía dentro de la unidad de carga, pero sí con dichos procesos en estas últimas, como no puede ser de otra manera.

- Reducción en los tiempos de manipulación: de hasta un 70 % en operaciones de carga y descarga.
- Disminución de costes.
- Disminución de plazos.
- Reducción de controles aduaneros: por ejemplo, gracias al sellado de contenedores.
- Simplicidad de documentación: un único contrato.
- Seguimiento de la mercancía: a través del Intercambio Electrónico de Datos (EDI) y su transmisión por internet.
- Reducción de robos y daños: al no manipular la mercancía en los procesos de carga y descarga, lo que promueve una bajada en las primas de seguros.

Sin embargo, la superposición de unos modos con otros, genera ciertas **restricciones técnicas**, a tener en cuenta:

- Gálibos máximos.
- Necesidad de pesos y medidas normalizadas.
- Equipos de manipulación: grúas, pórticos, etc.
- Restricciones legislativas e infraestructurales según cada país.
- Compatibilidad en dimensiones y proporciones: tipos de escotillas, dimensiones de bodegas, apertura de puertas, medidas interiores libres, etc.
- Compatibilidad entre combinaciones de modos: disponibilidad de rampas, vías, etc.

3.6.2. Unidades de carga

Cuando se habla de transporte intermodal/multimodal, es imprescindible mencionar las **unidades de carga**, definidas por el manual de *"Logística Integral" (Bureau Veritas Formación, 2009)* como "aquel conjunto de productos de pequeñas dimensiones que deben ser agrupados con el fin de facilitar su manejo".

En ese mismo manual, puntualiza que el hecho de organizar la mercancía en unidades de carga o de manipulación tiene como objetivos:

- Permitir la manipulación del máximo de unidades en un solo movimiento.
- Normalizar el transporte y la tasa de ocupación de los vehículos.
- Optimizar el uso de las instalaciones en ocupación y capacidad.

Como requisitos generales para todas las unidades de carga, éstas deben tener la resistencia suficiente para aguantar el peso de la mercancía y el de otras unidades de

carga; y la estabilidad necesaria para soportar los movimientos sin perder sus características.

Entre los tipos más importantes se encuentran la caja, la bandeja, el bidón, el saco, el rollo/bobina, el paquete, el palé y el contenedor; si bien los dos últimos merecen mención aparte debido a su importancia:

El **palé** también se conoce por su término en inglés: *pallet*, o como lo llaman algunos autores: *paleta*; aunque este último término no está incluido en la RAE en el sentido de "plataforma de tablas para almacenar y transportar mercancías". Otra definición más acertada es la siguiente (*Logística Integral, 2009; Bureau Veritas Formación*): "plataforma horizontal utilizada como base para apilar, manipular y transportar mercancías y cargas en general". A su vez, entre los distintos tipos de palés, existen varias clasificaciones:

- Según el material utilizado:
  - Madera
  - Plástico
  - Metal
  - Poliuretano expandido
  - Cartón
  - Etc.
- Según sus dimensiones:
  - Normalizado CEN: 800x1200 mm
  - Normalizado ISO: 1.000x1.200 mm
  - Minipalé o medio palé normalizado CEN: 800x600 mm
  - Cuarto de palé normalizado CEN: 400x300 mm
  - Para sacos, bidones: 1.200x1.200 mm
  - En sector químico: 1.100x1.200 mm
  - Para bebidas: 1.050x1.050 mm
- Según su forma:
  - Dos entradas / Cuatro entradas
  - Reversibles / No reversibles
  - Con pestañas / Sin pestañas

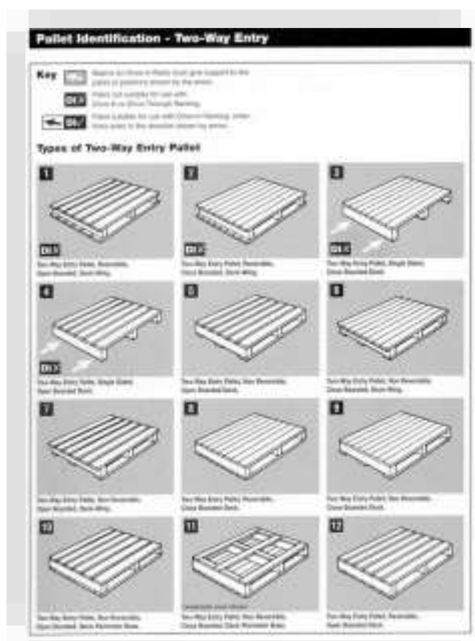


Figura 20: Principales tipos de palés de 2 entradas (http://www.shippingcontainers24.com)

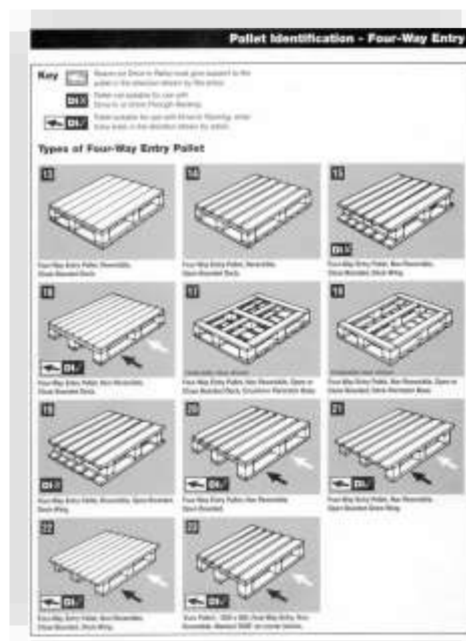


Figura 21: Principales tipos de palés de 4 entradas (http://www.shippingcontainer24.com)

Por el otro lado se encuentra el **contenedor**, que se define como "caja que transporta mercancías, suficientemente resistente para su reutilización, habitualmente apilable y dotada de elementos para permitir la transferencia entre modos" y que puede clasificarse en los siguientes grupos *(Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad: capítulo I, 2004; Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento)*:

- Según su ámbito:
  - Contenedor terrestre: aquel que cumple con las especificaciones de la UIC[25] para ser utilizado en transporte intermodal tren-camión. También es denominado caja móvil.
  - Contenedor marítimo: habitualmente cerrado, es aquel utilizado para el transporte marítimo de carga generalmente paletizada, fabricado de acero y con apertura por la cara frontal o posterior.
  - Contenedor aéreo: aquel adaptado a las normas de navegación aérea, de peso ligero y adaptado en forma a la sección tubular del avión.

25 UIC: acrónimo del francés Union Internatiozale des Chemins de fer (Unión internacional del ferrocarril)



Figura 22: Contenedor aéreo para carga en la parte central superior de la sección del fuselaje *(http://satco-inc.com)*

- Según su cometido:

- Contenedor cerrado: es el más usado, válido para mercancía general.
- Contenedor granelero: es cerrado y dispone de unas aberturas para introducir carga a granel seca o en polvo a través de mangueras.
- Contenedor de costado abierto: indicado para piezas cuya dimensión no permite su carga a través de las puertas. Se usa en las vías muertas del tren.
- Contenedor de techo abierto: de acero, se utiliza para transportar grandes piezas que no caben por ninguno de los lados.
- Contenedor plataforma: su uso está restringido a casos especiales en los que la carga sobrepasa las medidas habituales.
- Contenedor plegable: es aquel que puede reducir su volumen cuando se encuentra vacío.
- Contenedor cisterna: se trata de un depósito de acero inoxidable.
- Contenedor isotermo: dispone de materiales que aíslan de la temperatura exterior a la mercancía que transporta.
- Contenedor frigorífico: mantiene la mercancía a una temperatura de refrigeración.
- Contenedor calorífico: capaz de aumentar o mantener la temperatura de la mercancía a través de un sistema de calefacción.

- Contendor de temperatura controlada: es una variante del isotermo, la cual dispone de un sistema de control y registro de humedad y temperatura.
- Contenedor iglú: su forma se adapta al contenedor aéreo.

o Según sus dimensiones:
- 10 pies
- 20 pies = TEU[26]
- 30 pies
- 40 pies = FEU[27]
- Contenedor ISO de gran capacidad: ajustado al ancho y largo ISO, pero que excede de los 2,9 m en altura.
- Contenedor de extraordinaria capacidad: excede en varias dimensiones las máximas de un contenedor ISO.
- Otras medidas no estándar: 6, 8, 11, 13… pies

Dimensiones internas y capacidad de diversos contenedores					
Tipo de contenedor	Pies	Dimensiones (milímetros)			Volumen (m^3)
		largo	ancho	alto	
Cerrado (dry van)	20 40	5.209 12.032	2.350 2.350	2.392 2.390	33,2 67,6
De techo abierto (open top)	20 40	5.894 12.027	2.344 2.344	2.347 2.347	31,5 67,0
Granelero (bulk)	20	5.888	2.334	2.338	32,4
Plataforma (flat)	20 40	5.988 12.064	2.398 2.369	2.231 1.943	
Frigorífico (reefer)	20 40	5.460 11.550	2.240 2.250	2.225 2.215	

Tabla 4: Principales tipos de contenedores: dimensiones y volumen *(Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad: Capítulo I, 2004: Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento)*

[26] TEU = Twenty feet Equivalent Unit (Unidad equivalente a 20 pies)
[27] FEU = Forty feet Equivalent Unit (Unidad equivalente a 40 pies)

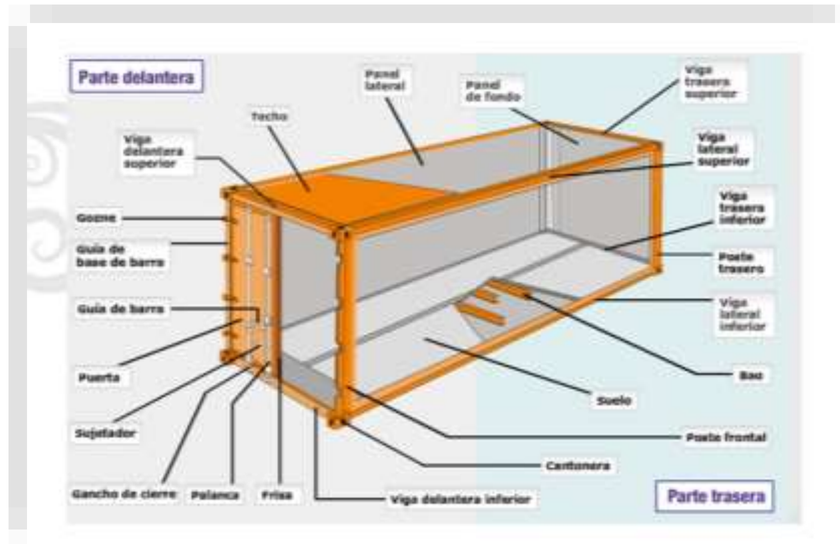


Figura 23: Partes de un contenedor estandarizado (http://www.legiscomex.com)

Por último, se denomina **Unidad de Transporte Intermodal** (UTI) al contenedor, caja móvil o semirremolque adecuado para el transporte intermodal, reservándose el término Unidad de Carga Intermodal (UCI) para el contenedor o caja móvil. Paralelamente, en la Unión Europea, se denomina Unidad Europea de Carga Intermodal (UECI) a aquélla que combina las ventajas de apilamiento y resistencia del contenedor con la de mayor capacidad de la caja móvil, actualmente en desarrollo.

3.6.3. Transmisión de la mercancía

Según entre qué dos modos se traspase la carga, existen unas técnicas o medios adecuados que permiten dicha transferencia. Estos son (adaptado de| *Gestión del Transporte: Introducción a la Gestión de la Cadena de Transporte, 2001; Mira, J.*):

MEDIOS INTERMODALES:

- **Carretera con ferrocarril**
  - Contenedor/caja móvil
  - Semirremolque sobre tren por sistemas:
    - de pinzas (*piggyback*)
    - de canguro (vagón poche)
  - Camiones completos (*ferroutage*):
    - Autopista ferroviaria o carretera rodante
  - Sistema bimodal o *transtrailer* (*roadrailer* en América)

- **Carretera con marítimo**
  - Contenedor
  - Caja móvil
  - Semirremolque
  - Camión
- **Carretera con aéreo**
  - Contenedor aéreo
- **Ferrocarril con marítimo**
  - Contenedor
  - Caja móvil
  - Semirremolque
- **Ferrocarril con aéreo**
  - Contenedor aéreo
- **Marítimo con aéreo**
  - Contenedor aéreo

TÉCNICAS DE CARGA/DESCARGA

- **Roll-on/Roll-off (Ro-Ro)**
- **Lift-on/Lift-off (Lo-Lo)**

En esencia, el trasbordo de mercancía entre dos modos se basa en la compatibilidad de la UTI entre los medios y en la existencia de medios técnicos que permitan su transporte.

Así por ejemplo, salvo en el caso de la intermodalidad ferrocarril-carretera que es más compleja, la transferencia de un modo cualquiera al marítimo se basa en la colocación de las UTI sobre la plataforma del buque y su apilamiento; mientras que la transmisión de mercancía al medio aéreo desde otro medio cualquiera, y viceversa, debe hacerse a través de los contenedores especializados (contenedores aéreos), debido a las mayores restricciones en peso y volumen del transporte por aire, y su colocación en el interior del fuselaje del avión se realiza de forma organizada e individualizada, ya que cada unidad tiene una posición determinada en la que debe situarse.

Dicho esto, a continuación se explica en qué se basa cada uno de los métodos genéricos diferentes en el sistema carretera-ferrocarril:

- Sistema de pinzas o *piggyback*: "transporte multimodal de remolques que combina transporte por ferrocarril y transporte por carretera. Se lleva a cabo en vagones de ferrocarril de plataforma plana (convencional). Los remolques se sitúan sobre los vagones, ya sea mediante puentes grúa o mediante rampas de carga. Utilizado fundamentalmente en EEUU, donde los trenes (en relación a Europa) cuentan con mayor gálibo". También puede referirse al "sistema de manipulación por pinzas que permite coger a las cajas móviles y a los semirremolques y colocarlos encima de otros modos de transporte del tipo intermodal como el ferrocarril. Se utiliza para las unidades intermodales que no tienen un sistema de anclajes superiores como en los contenedores ISO, con las resistencias de las cantoneras de los dados ISO, que permiten una mejor operatividad" (*Plan Cameral de las Exportaciones, http://www.plancameral.org)*.



Figura 24: Sistema intermodal carretera-tren tipo *piggyback (Página A. Train* de *Youtube)*

- Sistema de canguro: el semirremolque de un tráiler o el camión completo se carga mediante grúas puente o caminos de rodadura en un vagón de tren acondicionado con las correspondientes zonas rebajadas en las que alojar los ejes de los vehículos *(Portal de logística desarrollado por la empresa Marge Books: http://www.logisnet.com).*



Figura 25: Sistema intermodal carretera-tren tipo canguro ***(http://letraindepierre.over-blog.com)***

- Ferroutage: "término genérico utilizado en Francia para designar al conjunto de las técnicas que permiten cargar camiones completos sobre un tren: tractor + remolque + conductor (es un tipo de transporte combinado acompañado)" *(Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad: capítulo I, 2004; Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento)*. La autopista ferroviaria o carretera rodante, que se explica en el siguiente punto, se incluye dentro de este grupo.
- Autopista ferroviaria o carretera rodante: "transporte de camiones enteros o vehículos articulados en vagones con ruedas de diámetro reducido (vagones de plataforma rebajada / vagones para carretera rodante)". Existen diferentes formas de carga de los camiones en el tren *(Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad: capítulo I, 2004; Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento):*
  - ROLA: sistema por el que los camiones se cargan de uno en uno por sus propios medios sobre vagones de ruedas reducidas a través de una rampa desmontable por la parte posterior. La descarga se realiza por la parte delantera del tren, una vez retirados la locomotora y el coche para los chóferes de los camiones. Se trata de un transporte combinado acompañado (ya que los conductores de los vehículos viajan con estos últimos sobre otro medio), sencillo, sin necesidad de estructuras fijas costosas, donde la carga/descarga se realiza en 20-30 minutos y

que como principal inconveniente se encuentra el alto mantenimiento que requieren las ruedas del tren debido a su excesivo desgaste como consecuencia de su reducido tamaño *(360 revista de Alta Velocidad, nº 2: Las Autopistas ferroviarias ¿Una apuesta de futuro en líneas mixtas de alta velocidad?, mayo 2012; Jaro Arias, L., Folgueira Chavarria, C.A.)*.



Figura 26: Esquema de sistema ROLA *(360 revista de Alta Velocidad, nº 2: Las Autopistas ferroviarias ¿Una apuesta de futuro en líneas mixtas de alta velocidad?, mayo 2012; Jaro Arias, L., Folgueira Chavarria, C.A.).*

- Modalohr: sistema por el que los semirremolques se cargan lateralmente al tren a través de una plataforma giratoria en terminales especializadas. De necesitarlo, las cabezas tractoras pueden cargarse en otras plataformas para realizar un transporte combinado acompañado. Presenta la ventaja de poder explotar terminales intermedias (no como con el sistema ROLA, donde todo el tren sólo puede ir de un único origen a un único destino) y de realizar cargas/descargas simultáneas en lugar de uno a uno. Además, no existen los problemas asociados a las ruedas reducidas, ya que son las plataformas las que se rebajan para respetar los gálibos. No obstante, como inconvenientes, además de necesitar infraestructuras especializadas, la carga/descarga simultánea requiere de elevada mano de obra, ya que las plataformas se giran desde el andén de carga y no desde los vagones.



Figura 27: Sistema Modalohr *(Aníbal Blanco S.L. Logística: http://www.anibalblanco.com)*

- ResoR@il: sistema de "vagones de piso móvil sobre boggies clásicos. En las estaciones, el piso está en posición elevada, al nivel del muelle, permitiendo al camión subir sobre el vagón. Fuera de las estaciones el piso se pone en posición baja para poder pasar por los túneles" *(Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad: capítulo I, 2004; Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento)*

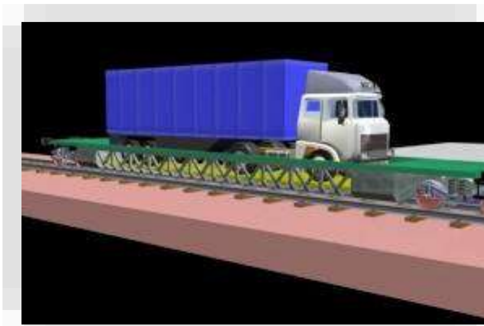


Figura 28: Esquema de sistema ResoR@il en circulación con el piso móvil bajo *(http://www.zukunft-mobilitaet.net)*



Figura 29: Esquema de sistema ResoR@il en terminal, con el piso móvil elevado, a nivel de muelle, para la carga/descarga *(http://www.zukunft-mobilitaet.net)*

- Sistema bimodal o *Transtrailer* y *Roadrailer*: ambos sistemas son muy similares y consisten en un "semirremolque con su tractor que tiene ejes intercambiables y al que en una instalación fija se le sustituyen los ejes de carretera por los de ferrocarril o viceversa" *(El transporte combinado por carretera; González Costilla, I.)*

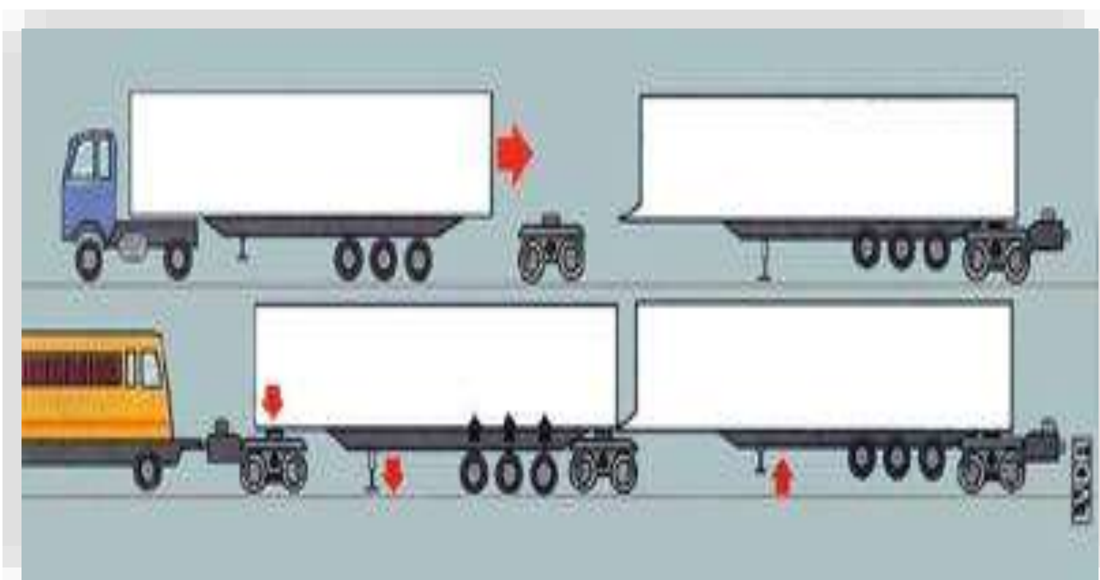


Figura 30: Esquema de adaptación del sistema *roadrailer* para su circulación por vía férrea *(http://ccqc.pangea.org)*



Figura 31: Sistema roadrailer con los ejes acoplados para el transporte por ferrocarril (http://www.eurotrib.com)

Para el resto de casos, el procedimiento genérico de transmisión de las UTIs se fundamenta en la manipulación de éstas básicamente a través de 2 formas:

- Técnica Roll-on/Roll-off (*Ro-Ro*): se trata de una operación de trasbordo de una UTI de un modo a otro mediante ruedas, ya sea a través de las propias del vehículo o añadidas para tal fin *(Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad: capítulo I, 2004; Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento)*.



Figura 32: Esquema de carga/descarga mediante la técnica Ro-Ro a través de rampas marítimo-terrestres (*http://www.exship.com*)

- Técnica Lift-on/Lift-off (*Lo-Lo*): operación de trasbordo de una UTI de un modo a otro usando equipos de elevación *(Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad: capítulo I, 2004; Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento)*.



Figura 33: Operación de carga/descarga a través de la técnica Lo-Lo de un buque portacontenedores *(http://trioperadores.com)*

3.7. Concepto de logística

Una definición simple y generalista sobre qué es la logística, sin que por ello sea menos acertada, puede ser la ofrecida por *Fracesc Robusté Antón* en su libro *"Logística del transporte"* (2005), la cual dice así:

"La logística puede definirse como la ciencia que estudia cómo las mercancías, las personas o la información superan el tiempo y la distancia de forma eficiente"

Otra definición ofrecida por el *Council of Logistics Management* y, quizá, la más conocida de todas, es la que define a la logística como la:

"parte del proceso de gestión de la cadena de suministro encargada de planificar, realizar y controlar de modo eficiente y efectivo el almacenamiento y el flujo directo e inverso de bienes, servicios y toda la información relacionada con éstos, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el objeto de cumplir las expectativas del consumidor"

Sin embargo, para comprender mejor todo lo que envuelve esta temática, es preciso profundizar más sobre sus implicaciones, no sólo en el transporte, sino también en la economía, medio ambiente y todo aquello afectado directa o indirectamente.

Tanto en el manual de Robusté como en la obra *"Estrategia Logística de España" (Ministerio de Fomento, 2013)*, resultado de una primera etapa sobre un proyecto cuyo objetivo es el de establecer un plan estratégico en el sector de la logística en España, hacen hincapié de lo extenso del concepto de logística. Así, en este último documento se destaca el papel de la logística de la siguiente forma:

"La logística se ocupa de todos los medios, métodos y actividades que intervienen en la cadena de aprovisionamiento y distribución. Por tanto, interviene en el diseño, implementación y control del flujo de materias primas, el inventario del proceso, los productos terminados y la información relacionada. Su objetivo no es otro que asegurar la eficiencia de este conjunto de procesos desde el punto de origen hasta el punto de consumo".

Por su parte, su importancia también queda reflejada por ambos textos, cuando señalan que, por un lado:

"La incidencia directa que tiene la actividad logística en la producción y el comercio hace que tenga una enorme relevancia en la eficiencia y la competitividad del sistema productivo. Esta influencia deriva del sistema de enlace que conforma la cadena logística, englobando la conexión de materias primas, producción y mercados."

Mientras que, por el otro lado, en la monografía *"Logística del transporte"* se resalta su valor económico ofreciendo como cifras que la logística en Occidente representa, o ha llegado a representar, entre el 21 % y el 32 % del PIB.

También cita que, a pesar de las notables diferencias entre la logística de los distintos tipos de mercancías y servicios, existen criterios comunes de diseño basados en su mayoría en aplicar aproximaciones continuas a los problemas discretos. Este hecho se debe a la dificultad que radica en los **problemas de logística**, cuyos factores más destacables son:

- Muchas variables
- Interacción total, ya que dichas variables suelen ser dependientes unas de otras.

- Intereses conflictivos, lo que supone que una solución "óptima" respecto de una variable no lo sea, o no sea aceptable, respecto de otra.
- Conjugación de la logística de detalle con las estrategias globales.
- Complejidad algorítmica, ya que, por ejemplo, los métodos de distribución física analizados en el apartado 3.10.4, son la mayoría de índole heurística, debido a que no existe ni existirá ninguna alternativa que pueda dar una solución eficiente (solución óptima en un plazo aceptable –problemas *NP-hard*-).

3.8. Infraestructuras logísticas

Para poder desarrollar las actividades logísticas, se precisa de ciertas infraestructuras que así lo permitan, además, claro está, de los propios medios para el transporte en sí mismo, como las carreteras; las vías férreas para el ferrocarril; el mar para el transporte marítimo; los lagos, canales y ríos para el transporte fluvial; el aire para el transporte aéreo; o los gaseoductos y oleoductos para el transporte por tubería.

Como antecedente, en el manual *"Gestión del transporte: Introducción a la gestión de la cadena de transporte" (Mira, J.; 2001)*, se resalta cómo antaño surgió el concepto de nodo en los entornos portuarios, ya que eran puerta de comercio hacia el exterior. Este concepto se nodo es definido como "zona geográfica que, poseyendo una rica dotación de infraestructuras, posibilita una rápida y fluida comunicación con el exterior, lo que potencia en gran medida un crecimiento de la actividad económica de la zona". Es en dichos nodos donde se han construido las principales infraestructuras, si bien, la especialización del sector logístico y el fomento de la intermodalidad hacen que "los centros logísticos se desarrollen hacia polos de dinamización de las actividades económicas e industriales", donde además se favorecen intercambios entre todos los agentes de la cadena logística (agentes del transporte).

El concepto de centro logístico o plataforma logística surge de la necesidad de prohibir la circulación de vehículos pesados en grandes metrópolis para concentrarlos en zonas especializadas. Para definirlo, la Agrupación Europea de Interés Económico *Europlatforms*, recurre a las siguientes explicaciones:

"Un **centro logístico** (o **plataforma logística**) es una zona delimitada en el interior de la cual distintos operadores ejercen todas las actividades relativas al

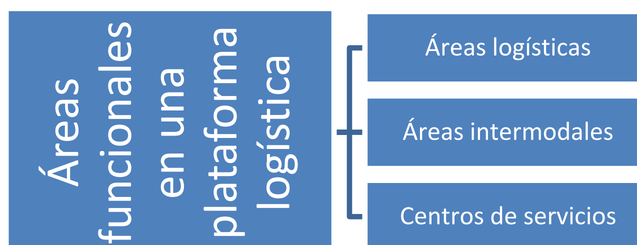
transporte, a la logística y a la distribución de mercancías tanto para el tránsito nacional como el internacional"

Asimismo, añade:

- "Los operadores pueden ser propietarios, inquilinos o simplemente usuarios de los edificios e instalaciones que está construidos dentro de la plataforma logística (almacenes, muelles de consolidación, etc.)".
- "Un centro logístico debe abrirse, en régimen de libre competencia, a todas las empresas interesadas por las actividades citadas".
- "Debe estar dotado de todos los equipos colectivos necesarios […] y constar de servicios públicos y privados para las personas, los vehículos y las empresas usuarias".
- "Debe estar obligatoriamente gestionado por una entidad única, pública, privada o mista".
- "Tienen que ofrecer servicios con valor añadido[28] y diferenciarles en relación con cualquier otro tipo de polígono industrial, es decir, conexiones telemáticas avanzadas […]".

Simultáneamente, en toda plataforma logística cabe distinguir tres **áreas funcionales**:

- <u>Áreas logísticas</u>: son aquellas donde pueden desarrollarse las actividades específicas de cada empresa (almacenaje, manipulación, preparación de pedidos, etc.)
- <u>Áreas intermodales</u>: zonas para el intercambio intermodal.
- <u>Áreas o centros de servicios</u>: atienden fundamentalmente a las personas, los vehículos, aspectos administrativos y comerciales, asuntos aduaneros, mercancías peligrosas, etc.



[28] El valor añadido es "aquella actividad o atributo de un producto que es percibido por el cliente como algo útil y por lo que está dispuesto a pagar cierta cantidad de dinero. De esta forma todo aquello que tenga un coste y no pueda ser imputado al precio debe ser eliminado porque no añade ningún valor" (*Logística Integral, 2009; Bureau Veritas Formación*)

Tipos de áreas funcionales en plataformas logísticas	
Áreas logísticas	
1	Áreas/Plataformas de transferencia y distribución
2	Áreas de logística y distribución urbana
3	Áreas de almacenamiento y distribución – Distriparks
4	Áreas logísticas especializadas o monofuncionales
5	Plataformas agroalimentarias ▪ Plataformas logísticas de graneles ▪ Áreas de logística de mercancías peligrosas ▪ Áreas de logística de automóviles ▪ Plataformas en régimen aduanero
Áreas intermodales	
1	Áreas intermodales ferrocarril – carretera
2	Áreas intermodales modo aéreo – carretera
3	Áreas intermodales modo marítimo o fluvial – modo terrestre
Áreas o centros de servicios	
1	Áreas de servicios especializados ▪ Áreas de mercancías peligrosas ▪ Áreas de servicios centrales
2	Servicios a empresas, transportistas y vehículos ▪ Servicios aduaneros

Tabla 5: Tipos de áreas funcionales en una plataforma logística *(Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad: Capítulo I, 2004: Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento)*

En cuanto a la tipología de plataformas logísticas, el estudio encargado por el Ministerio de Fomento sobre dicho tema, establece la siguiente **clasificación** (*Gestión del Transporte: Introducción a la Gestión de la Cadena de Transporte, 2001; Mira, J.*):

Tipologías de plataformas logísticas	
Plataformas logísticas con un solo modo de transporte	
1	Centros de carretera o centros de servicios al transporte
2	Centros de distribución urbana o City-logistics
3	Parques de distribución o Distriparks
4	Centros de transporte
Plataformas logísticas con más de un modo de transporte	
1	Zonas de Actividades Logísticas portuarias
2	Centros de Carga Aérea
3	Puertos Secos
4	Plataformas Logísticas multimodales

Tabla 6: Clasificación de las plataformas logísticas (Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad: Capítulo I, 2004: Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento)

- Centros de carretera o centros de servicios al transporte: “plataformas constituidas por un área de servicios para empresas de transporte por carretera. En algunas ocasiones disponen de una pequeña zona logística, que siempre está subordinada a la de los servicios”.

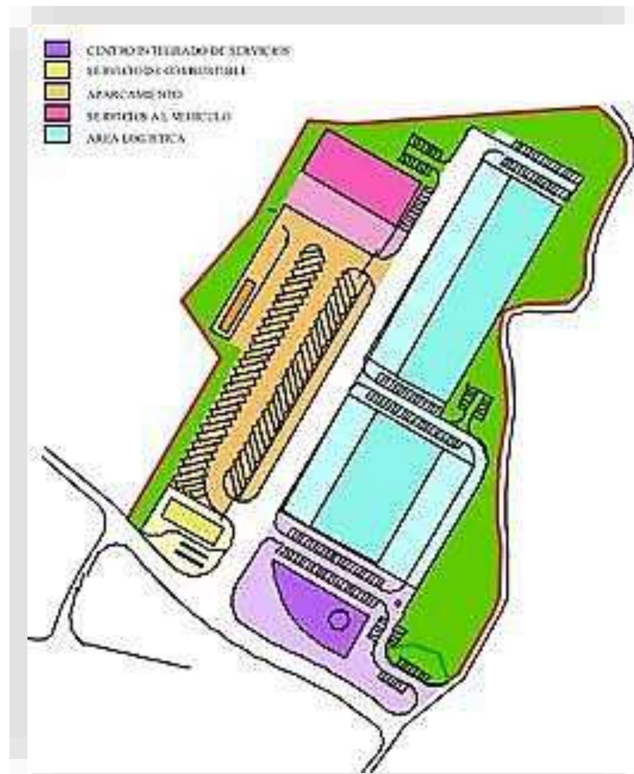


Figura 34: Esquema del centro de servicios al transporte de Guadix, en la provincia de Granada *(Logística y plataformas logísticas; SPIM)*

- Centros de distribución urbana o *city-logistics*: “plataformas de desconsolidación[29] y consolidación de cargas para su posterior distribución urbana en las que se trata de racionalizar la distribución por medio del acuerdo entre las empresas instaladas en la plataforma. Se sitúan en áreas periféricas a las ciudades. Pueden estar incluidas

[29] Aunque la palabra “desconsolidación” no está aceptada por la RAE, es un término habitual en el campo de la logística cuya definición es:

Desconsolidación de carga: “Desagrupar una unidad de carga o transporte, con el resultado de disponer separadamente de las unidades que componían la carga consolidada (un palé o un contenedor, por ejemplo)”

Y, por el contrario:

Consolidación de carga: “Procedimiento de transporte mediante la expedición de partidas de distintos remitentes, de diferente peso, clase o volumen, que por sí solas no ocuparían un equipo o medio de transporte, y que se acondicionan como una única unidad física de manipulación y circulación, con el fin de facilitar su expedición y transporte hacia un destino común (país, ciudad, puerto, aeropuerto, etc.), generalmente un centro desconsolidador desde donde se reexpiden al destinatario final”

(Portal de logística desarrollado por la empresa Marge Books: http://www.logisnet.com)

de una forma aislada o dentro de una plataforma logística como un área funcional más".

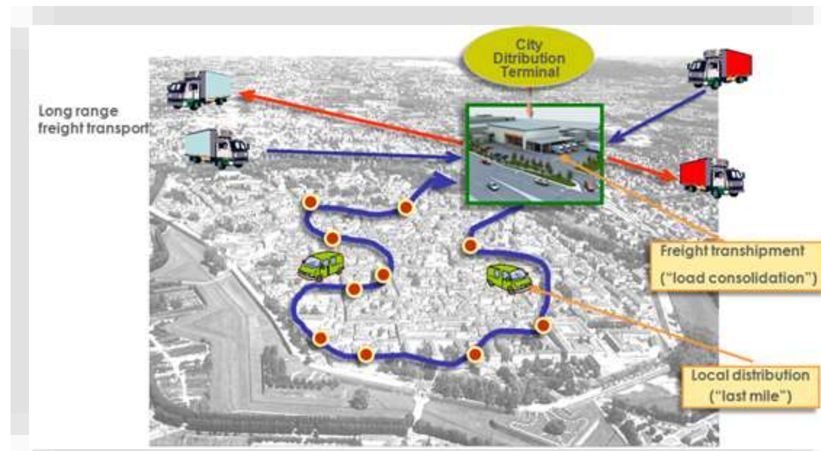


Figura 35: Esquema de funcionamiento clásico de un centro de distribución urbana. Caso de Aalborg, en Dinamarca *(http://www.eltis.org)*

- <u>Parques de almacenamiento y distribución o *distriparks*</u>: "plataformas, generalmente regionales, con todos los servicios y equipamientos necesarios para llevar a cabo las actividades de almacenamiento y distribución. En ellas se instalan operadores logísticos, empresas de distribución, empresas de almacenaje, etc.".



Figura 36: Distripark de Eemhaven, en Holanda *(http://www.portofrotterdam.com)*

- <u>Centros de transporte</u>: "especializados en el transporte por carretera, su ámbito es metropolitano/provincial. Se compone de un área logística bien consolidada y de un área de servicios, tanto para las personas como para los vehículos".



Figura 37: Centro de transporte de mercancías (CTM) de Málaga (*http://www.juntadeandalucia.es/fomentoyvivienda)*

- Zonas de actividades logísticas portuarias (ZAL): "plataformas logísticas vinculadas a puertos y adyacentes a terminales marítimas de contenedores. Incluyen actividades de segunda y tercera línea portuaria[30], generalmente dedicadas a actividades logísticas de mercancías marítimas. Su implantación responde a los requerimientos de manipulación y distribución de mercancías hacia y desde el hinterland portuario. Constan de un área logística y un área de servicios y, en ciertos casos, cuentan con terminales intermodales ferrocarril-carretera".

[30] Las actividades portuarias se clasifican según el lugar de prestación de los servicios en:
- De muelle o primera línea: directamente ligadas a los procesos específicos de intercambio tierra-mar.
- De segunda línea: complementan a las actividades de muelle y contribuyen a mejorar al servicio.
- De segunda línea extraportuaria: son las relacionadas con los servicios de puerto y flujos de tráficos, las cuales se desarrollan en el entorno inmediato al portuario.
- De tercera línea local-metropolitana: relacionadas con los polos de actividad metropolitana.
- Centro, regional, nacional o europeo: tienen que ver con los centros de actividad a nivel nacional o europeo y se deben a la cercanía de grandes centros productores-consumidores-

(*Logística Integral, 2009; Bureau Veritas Formación*)



Figura 38: ZAL puerto de Barcelona *(http://spain.cushwakeproperty.com)*

- Centros de carga aérea: "plataformas especializadas en el intercambio modal aire-tierra y en el tratamiento de mercancías de carga aérea. Disponen de un área multimodal de primera línea (terminales de carga general, *courrier* e integradores) junto con una zona de segunda línea (servicios adicionales al despacho de carga y de servicios). A veces tienen una zona de tercera línea (área de distribución para empresas cargadoras). Las actividades de la segunda y tercera líneas pueden encontrarse dentro del recinto aeroportuario (plataforma monocéntrica) o bien fuera (plataforma multicéntrica)".



Figura 39: Terminal de carga aérea en el aeropuerto de Heathrow, Londres *(https://www.flickr.com; autor de la fotografía: Andrew Simpson)*

- Puertos secos (dry ports): “terminal intermodal de mercancías situadas en el interior de un país que conecta, a través de la red ferroviaria, con los puertos de origen o destino. Constan de un área intermodal ferrocarril-carretera como área funcional principal, si bien pueden tener asociadas otras áreas funcionales como *distripark*, servicios, aduanas, etc.”.



Figura 40: Puerto seco de Burgos *(Logística Multimodal Castilla y León: http://www.logicyl.com)*

- Plataformas logísticas multimodales: “plataformas de mayor complejidad funcional, que suelen constar de diversas áreas funcionales, pero en las que son clave las intermodales ferrocarril-carretera. Además, poseen áreas logísticas generales y de servicios, también especializadas, mono-funcionales, etc.”.



Figura 41: Plataforma logística multimodal GVZ Bremen, en Alemania *(http://www.big-bremen.de/en)*

3.9. Logística clásica, logística inversa y logística integral

En primer lugar, una visión de cómo se ha entendido el concepto de logística tradicionalmente o, por así mentarla, **logística clásica**, puede ser deducida del libro *"Logística del transporte"* (*Robusté, F.;* 2005), donde dedica un apartado de título *"La logística como mutación del transporte"*. En él, como bien indica su nombre, el autor sugiere que el concepto de logística ha derivado de las simples funciones de distribución, transporte y almacenaje a algo mucho más complejo e interconectado, donde se incorporan una serie de medidas en beneficio de aumentar la eficiencia y optimizar todas las actividades relacionadas reduciendo costes. Algunos ejemplos de estas medidas son la producción *just in time*[31], informatización, exigencias de calidad, etc.

Como principales hitos históricos que marcaron la aparición y desarrollo de la logística, caben citar *(Logística Integral, 2009; Bureau Veritas Formación)*:

- En 1670, se crea dentro del ejército francés la figura del mariscal general de logística, cuyas funciones residían en satisfacer las necesidades de abastecimiento, transporte y localización de campamentos para las tropas.
- Más tarde, en 1835, otro hecho destacable de la logística fue el exitoso y eficiente control de 25 sucursales del *Second Bank of the United States* a través de una sede central de toma de decisiones mediante el tratamiento globalizado de flujos de información.
- Sin embargo, fue durante la Segunda Guerra Mundial cuando más se desarrolló, debido a la necesidad de gestionar el flujo de materiales, tropas e información.
- Por último, la incorporación a las empresas e industrias civiles se produce más recientemente como consecuencia del aumento de costes, diversificación de productos y variedades de los artículos.

La premiada monografía de título *"Logística inversa" (Pérez, A.; Rodríguez, M.A.; Sabrià, F.; 2003)* dedica su obra al concepto de logística inversa, su origen y situación actual y las experiencias y recomendaciones sobre dicho tema. En materia introductoria a lo que se refiere este epígrafe, cabe destacar de tal libro que:

[31] Producción *just in time* (justo a tiempo) [véase apartado PARTE II.3.10.3]

La **logística inversa**, *retrologística* o logística de la recuperación o el reciclaje es definida por el Consejo Ejecutivo de Logística Inversa como: "proceso de planificación, implantación y control eficiente del flujo efectivo de costes y almacenaje de materiales, inventarios en curso y productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de consumo al punto de origen, con el fin de recuperar valor o asegurar su correcta eliminación"

Los objetivos últimos de la logística inversa son, por un lado, sacar provecho de las oportunidades que ofrece el flujo inverso de bienes y servicios, es decir, obtener la máxima eficiencia en el ciclo de los procesos productivos y de mercado; y por el otro lado, preservar el medio ambiente a través de la reutilización y el reciclaje.

El origen de la logística inversa se encuentra en el grave impacto que se estaba generando sobre el medio ambiente por el vertido e incineración de productos usados, hecho motivado por la "despreocupación" tanto de productores como de consumidores por este asunto que, en cierta manera, su mejora repercutía en un mayor coste. Por ello, "la nueva cultura empresarial debe tener en cuenta en sus estrategia, diseños y procesos productivos, aspectos tales como el consumo de energía y de materias primas, la cantidad y tipos de materiales usados, la emisión de sustancias contaminantes o la generación de residuos".

Por último, el manual *"Logística Integral" (Bureau Veritas Formación, 2009)*, señala que el término logística ha pasado desde su referencia inicial como mera distribución física hasta lo que es actualmente la **logística integral**, definida por el *Council of Logistics Management* como:

"parte del proceso de gestión de la cadena de suministros encargada de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje; el flujo directo e inverso de bienes y servicios; y la información relacionada con éstos, entre el punto de origen y el punto de consumo, con la finalidad de cumplir las exigencias del cliente".

Por tanto, el concepto de logística integral es el más amplio y engloba no sólo al de logística como se ha entendido de manera tradicional y al de logística inversa, sino también a todo lo relacionado con ambos.

3.10. Criterios de diseño

3.10.1. Consideraciones previas

La filosofía de la logística es llevada a la práctica por las empresas mediante una serie de toma de decisiones, que van desde el número y emplazamiento de las instalaciones (fábricas, almacenes, etc.), hasta la elección del sistema de transporte (diseño de rutas de distribución, flota propia o alquilada, grado de externalización, etc.), pasando, claro está, por todo lo relacionado con la organización de la explotación empresarial (gestión de la producción, *stocks*[32], *marketing*[33], etc.).

En este apartado se introducen los principales métodos de gestión, cálculo y diseño de los más importantes pilares estratégicos en materia de logística; a saber: la localización de las instalaciones, los distintos tipos de gestión de la producción y el diseño de rutas de distribución de las mercancías.

3.10.2. Localización de instalaciones

Basado en el manual *"Logística del transporte"* (*Robusté, F.;* 2005), los aspectos más destacados a saber de la localización quedan resumidos en este subapartado.

Por una parte, como antecedente, es importante distinguir entre los distintos factores que influyen en la toma de decisiones sobre las instalaciones. Las grandes cuestiones a resolver son el tipo, el tamaño (ligado al número de instalaciones), la ubicación, e incluso, el momento más apropiado. Si bien el tipo de instalación depende del sector de actividad, ya sean industrias pesadas, industrias ligeras, almacenes y centros de distribución o empresas de servicios *(Logística Integral, 2009; Bureau Veritas Formación)*; obviando el factor tiempo, las decisiones en cuanto a capacidad (tamaño) y localización deben ser tomadas de forma conjunta.

Dicho esto, los factores que afectan a la localización de las instalaciones que la empresa requiere para el desarrollo de su estrategia logística son *(Logística Integral, 2009; Bureau Veritas Formación):*

[32] Stock = inventario: "Cantidad disponible de un determinado producto (ítem) almacenado y listo para ser vendido, distribuido o utilizado" *(Portal de logística desarrollado por la empresa Marge Books: http://www.logisnet.com)*.

[33] Marketing = mercadotecnia: "Conjunto de principios y prácticas que buscan el aumento del comercio, especialmente de la demanda" *(RAE)*

- Fuentes de abastecimiento
- Mercados
- Medios de transporte y comunicación
- Mano de obra
- Suministros básicos
- Condiciones meteorológicas
- Aspectos políticos y culturales
- Aspectos jurídicos y fiscales
- Calidad de vida



No obstante, los criterios para definir la ubicación se basarán en costes, los cuales pueden agruparse en costes:

- De proximidad: a la demanda, a materias primas o proveedores, a potenciales trabajadores o a servicios de suministro.
- De suelo, impuestos y construcción.
- De efectos legales y ambientales.
- A nivel de servicios y otros (subjetivos, políticos, …)

Y los métodos para determinar la posición de las instalaciones tratarán de resolver el problema simplificado fijándose en la situación de la demanda y en los costes de distribución. Así pues, las metodologías más comunes se clasifican en:

TIPO DE LOCALIZACIÓN	MÉTODOS MÁS COMUNES
Localización estática: un centro	Método gráfico de Weber
	Método del centro de gravedad
	Localización exacta
Localización estática: multicentros	Agrupación: *cluster analysis*
	Algoritmos iterativos
	Modelos analíticos
	Programación matemática
	Métodos de simulación y muestreo
	Métodos heurísticos
Localización dinámica	Programación matemática

Tabla 7: Clasificación métodos más comunes de localización de instalaciones (*Logística del transporte,* 2005; *Robusté, F.*)

Las pautas que siguen dichos métodos consisten en lo siguiente:

a) LOCALIZACIÓN ESTÁTICA: UN CENTRO

a.1.- Método gráfico de Weber:

Supuestas condiciones homogéneas e isótropas, dados varios puntos de demanda y producción, se trazan a partir de ellos líneas de igual coste (isodápanas), producto del coste unitario del transporte y el flujo de materiales. La suma total de los costes dará como resultado líneas de igual coste total, donde, buscando la de menor valor, dará la ubicación óptima para el almacén.

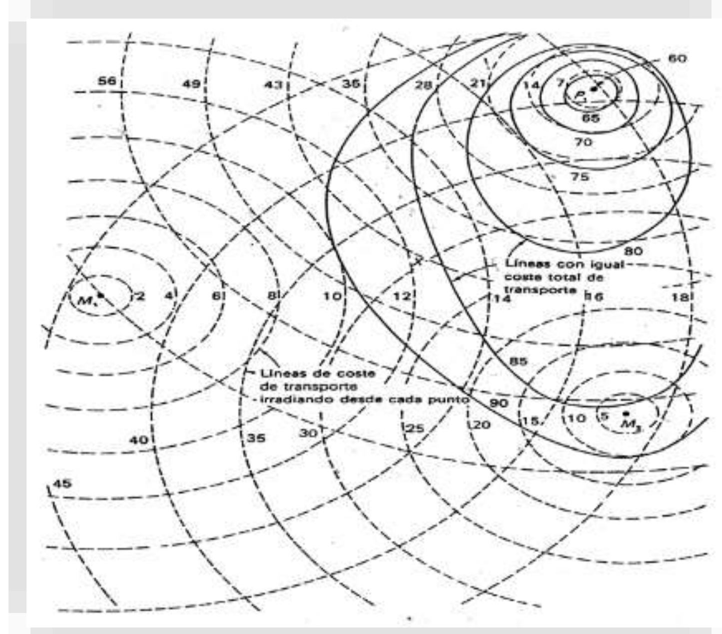


Figura 42: Ejemplo del método gráfico de Weber ***(Logística del Transporte, 2005; Robusté, F. - Ballou, 1991-)***

a.2.- Método del centro de gravedad:

Consiste en hallar el punto de equilibrio entre un sistema de puntos de producción o demanda en función del coste producto del flujo transportado V_i y la tarifa de transporte unitaria R_i por cada punto i. El procedimiento es análogo al de la obtención del centro de gravedad de un cuerpo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \cdot R_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \cdot R_i} \qquad \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \cdot R_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \cdot Y_i}$$

donde X_i, Y_i, son las coordenadas del punto i y n el número de puntos de suministro y demanda.

a.3.- Localización exacta:

Se trata realizar iteraciones sucesivas para solventar el problema de la dependencia entre las coordenadas X e Y que el método del centro de gravedad no contemplaba. Para ello, partiendo de este último para obtener los valores iniciales de $\bar{X}$ y $\bar{Y}$, se realizan sucesivas iteraciones:

$$\overline{X^{k+1}} = \frac{\sum_i V_i \cdot R_i \cdot \frac{X_i}{D_i^k}}{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \cdot \frac{R_i}{D_i^k}} \qquad \overline{Y^{k+1}} = \frac{\sum_i V_i \cdot R_i \cdot \frac{Y_i}{D_i^k}}{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \cdot \frac{R_i}{D_i^k}}$$

Con $D_i = \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$ y k el número de iteración.

Los costes totales podrán calcularse como:

$$CT = \sum_i K \cdot V_i \cdot R_i \cdot \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Siendo K el factor de ruta de la red, que aproxima la distancia real a través de la medición de distancias en línea recta.

Una variante de este sistema de ubicación es sustituyendo D_i^k por $S_i^k = \frac{d_i}{t_i}$ en las ecuaciones anteriores, es decir, incorporando el factor tiempo t_i necesario para ir del almacén al punto de demanda i, donde d_i es igual a D_i del método original.

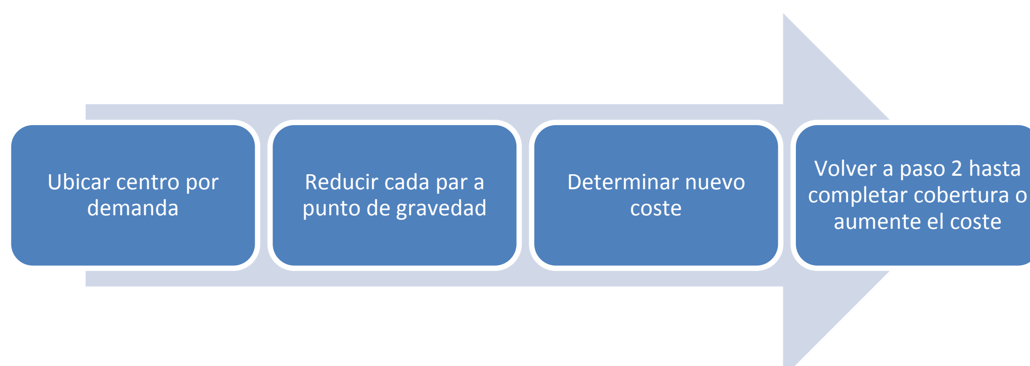
Es importante notar que estas metodologías no consideran costes de inversión y se basan únicamente en los costes variables. Por otro lado, si las coordenadas del centro coincidieran en algún momento con alguna de las coordenadas de los puntos i, el sistema sería inestable y no convergería.

b) LOCALIZACIÓN ESTÁTICA: MULTICENTROS

b.1.- Agrupación: cluster analysis:

El algoritmo a seguir se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Ubicar un centro en cada punto de demanda y calcular el coste de esta solución.
2. Reducir dos centros de demanda cercanos a uno solo situado en el centro de gravedad entre aquellos dos.
3. Determinar el coste total de esta nueva configuración.
4. Volver a paso 2 hasta que no se cumpla nivel de cobertura o el coste aumente.



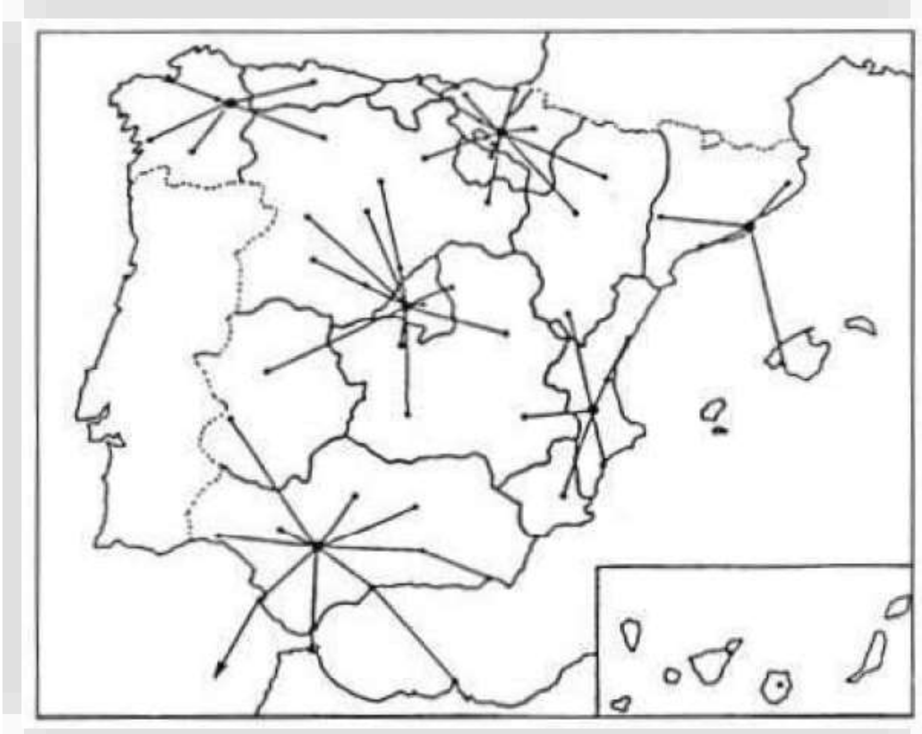


Figura 43: Ejemplo de agrupación de centros por el método de *cluster* analysis para ubicación de almacenes regionales con límite de reparto de 300 km *(Logística del Transporte, 2005; Robusté, F. - Muro, 1987-)*

b.2.- Algoritmo iterativo por extensión del método de localización exacta:

Un posible algoritmo iterativo consiste en, dados por conocidos el número de almacenes a ubicar, la ubicación vendrá determinada, como en el método de la localización exacta para un solo centro, por la minimización de los costes variables

$$CT = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} K \cdot V_{ij} \cdot D_{ij}$$

donde $D_{ij} = \sqrt{(\overline{X_j} - X_i)^2 + (\overline{Y_j} - Y_i)^2}$

por iteraciones del tipo:

$$\overline{X_j^{k+1}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} V_{ij} \cdot R_{ij} \cdot \frac{X_i}{D_{ij}^k}}{\sum_{i=1}^{i=n} V_{ij} \cdot \frac{R_{ij}}{D_{ij}^k}} \qquad \overline{Y_j^{k+1}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} V_{ij} \cdot R_{ij} \cdot \frac{Y_i}{D_{ij}^k}}{\sum_{i=1}^{i=n} V_{ij} \cdot \frac{R_{ij}}{D_{ij}^k}}$$

Donde las variables tienen el mismo significado que en los casos anteriores, con la incorporación del número de almacenes m (supuesto conocido) que deben ubicarse.

b.3.- **Modelo analítico de Geoffrion:**

Como ejemplo de modelo analítico, el de Geoffrion, supone zonas de demanda distribuidas uniformemente en una región según una densidad de demanda y contrapone y equilibra los costes de almacenamiento y entrega tal que así:

$$n^{\star} = 0{,}332 \cdot A \cdot \left(p \cdot \frac{t}{f}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \left[1 - \left(\frac{r}{t}\right)^{\frac{2}{3}}\right]^{\frac{1}{2}}$$

Con $0 \leq \frac{r}{t} \leq \frac{1}{2}$ y $n^{\star} \geq 10$

Donde

$n^{\star} = número\ aproximado\ de\ almacenes$

$A = área\ total\ de\ servicios\ (km^2)$

$p = densidad\ de\ la\ demanda\ distribuida\ \left({}^{t}/_{km^2} \cdot año\right)$

$t = coste\ unitario\ de\ tranporte\ de\ envío\ desde\ almacén\ \left({}^{€}/_{t\ \cdot\ km}\right)$

$f = coste\ fijo\ anual\ de\ cada\ almacén\ \left({}^{€}/_{año}\right)$

$r = coste\ unitario\ transporte\ de\ suministrador\ a\ almacén\ \left({}^{€}/_{t\ \cdot\ km}\right)$

b.4.- **Programación matemática como problema lineal entero:**

Una forma de resolución del problema a través de programación matemática es la ofrecida por Geoffrion y Graves, la cual trata de minimizar:

$$\sum_{ijkl} C_{ijkl} \cdot X_{ijkl} + \sum_{k} \left[f_k \cdot z_k + v_k \cdot \sum_{il} D_{il} \cdot y_{kl}\right]$$

En el dominio $x \geq 0\ \ y\ \ z = 0\ ,1$ y con las siguientes restricciones:

- No exceder la capacidad de las plantas de suministro:

  $\sum_{kl} x_{ijkl} \leq S_{ij} \quad \forall ij$

- Satisfacer la demanda: $\sum_{j} x_{ijkl} = D_{il} \cdot y_{kl} \quad \forall ikl$
- Cada zona de demanda sólo puede ser abastecida por un centro de distribución: $\sum_{k} y_{kl} = 1 \quad \forall l$
- Rango de actividad de cada almacén: $\underline{V_k} \cdot z_k \leq \sum_{il} D_{il} \cdot y_{kl} \leq \overline{V_k} \cdot z_k \ \ \forall k$
- Restricciones lineales para y,z que no deben implicar a x.

Donde:

$i = \text{índice para los productos}$

$j = \text{índice para las fábricas}$

$k = \text{índice para las posibles ubicaciones de los centros}$

$l = \text{índice para las zonas de demanda}$

$S_{ij} = \text{capacidad de producción del producto } i \text{ en la fábrica } j$

$D_{il} = \text{demanda del producto } i \text{ en la zona } l$

$\overline{V_k} = \text{volumen máximo de entrada/salida del almacén ubicado en } k$

$\underline{V_k} = \text{volumen mínimo de entrada/salida del almacén ubicado en } k$

$f_k = \text{parte fija de costes de operación y propiedad de almacén en } k$

$v_k = \text{parte variable de los costes del almacén}$

$C_{ijkl} = \text{coste medio de producción y envío del producto } i \text{ desde el almacén } j \text{ a la zona de demanda } l \text{ a través del almacén ubicado en } k$

$x_{ijkl} = \text{cantidad de producto } i \text{ enviado desde la fábrica } j \text{ a la zona de demanda } l \text{ a través del centro ubicado en } k$

$y_{kl} = \text{variable entera que toma valor } 1 \text{ si el centro en } k \text{ sirve a la zona } l \text{ o } 0 \text{ en caso contrario}$

$z_k = \text{variable entera que toma valor } 1 \text{ si el centro de distribución es ubicado en } k \text{ o } 0 \text{ en caso contrario}$

b.5.- **Métodos de simulación y muestreo:**

Estos métodos se fundamentan en describir el comportamiento del sistema según su configuración, es decir, se trata de presentarle al modelo distintas alternativas y este, aportará información sobre la idoneidad o no de cada una de esas alternativas, sin dar una solución óptima definitiva, al contrario de lo que sucede con los programas matemáticos.

Un modelo clásico de este tipo es el de *H. J. Heinz Company* (1960), basado en los supuestos de que los costes de distribución dependen de la situación del cliente, demanda, tipo y tamaño de los pedidos; los costes de los almacenes constan de las inversiones, costes fijos y costes variables de explotación y los costes de transporte son función de la ubicación de los almacenes, tamaño y tipo de envío, etc. Entre otras consideraciones.

b.6.- **Métodos heurísticos:**

Los métodos heurísticos son aquellos que resuelven de manera eficiente, por sí mismos o modificando otros modelos abstractos y sin tener por qué dar una solución óptima, sino simplemente aceptable o cercana a la óptima, problemas para su aplicación práctica, haciendo uso de la experiencia.

Un método heurístico clásico para la localización de instalaciones es el de *Kuehn-Humburger* (1963), que tiene por reglas de aplicación las siguientes:

- Las ubicaciones más probables estarán cerca de concentración de demanda.
- Añadiendo en cada paso el almacén que mayor ahorro proporcione, se estará cerca de la solución óptima.
- Con sólo evaluar algunas posibles ubicaciones, se podrá determinar qué almacén añadir.

c) LOCALIZACIÓN DINÁMICA

La localización dinámica o secuencial es aquella que incluye en su análisis el factor tiempo y, por tanto, el problema de ubicación de las instalaciones pasa a ser un plan de localización.

c.1.- **Métodos de programación matemática:**

Son los habituales para resolver los problemas de localización dinámica de multicentros. En sus modelos suelen incorporarse variables que dependen del tiempo, para lo cual deben realizarse predicciones de las condiciones económicas para un horizonte dado. La solución que ofrecen suele ser una serie de ubicaciones óptimas para cada periodo de tiempo, por lo que lo que aquí se contempla, es la reubicación de los centros por etapas, a los que se les debe incluir el coste de estos cambios.

Otra posibilidad es la de aplicar métodos estáticos a la solución obtenida para ver la idoneidad de dichas soluciones cuando las previsiones son imprecisas los costes de reubicación son bajos.

Aparte de los métodos anteriormente expuestos, es importante incluir en la toma final de la decisión la influencia de:

- Competencia: aumenta la incertidumbre de la situación de partida.
- Factores cualitativos: puede que existan variables no cuantificables, por lo que puede ser apropiado aplicar un análisis multicriterio.

3.10.3. Gestión de la productividad

En la mayoría de las industrias siempre existe, en el más simple de los casos, una cadena de suministro al menos directa [ver 3.3], aunque lo más habitual es, en compañías medianas y grandes, una cadena de tipo extendida o última; es decir, que toda empresa que opere con mercancía, tiene como mínimo una cadena de suministro directa "aguas arriba" y otra "aguas abajo", o sea, que precisa de lo que se conoce de logística de aprovisionamiento y logística de distribución, además de la propia logística industrial que deriva de las principales labores desarrolladas por la empresa.



Figura 44: Esquema simple de actividad de una organización empresarial industrial *(Elaboración propia - basado en los textos de J.V. Colomer-)*

En definitiva, se trata de recibir productos, procesarlos y enviar otros productos terminados. Las fricciones entre estos procesos obligan a que la empresa gestione ambos flujos de manera dependiente en el tiempo, consecuencia directa de las variaciones en la demanda. De tal problemática aparece el concepto de gestión de *stocks* y la filosofía *just-in-time*, los cuales se explican a continuación.

a) GESTIÓN DE *STOCKS*

La monografía *"Logística del transporte"* (*Robusté, F.;* 2005) dedica un capítulo a la gestión de *stocks*, en el que el autor explica casi a modo de guía cómo resolver las cuestiones principales sobre dicho tema, tal y como se expone en lo sucesivo.

El inventario, o más conocido por su término en inglés: *stock* [definición en nota al pie 32, página 77]; surge para actuar de amortiguador, suavizando y reduciendo los costes de producción y satisfaciendo los objetivos de servicio al cliente. Sin embargo, es cierto que el hecho de tener inventarios conlleva asociado varios costes, pero también el hecho de no tenerlos en la cantidad adecuada dispara otros costes relacionados con el pedido. Por ello, los dos problemas principales a resolver tienen que ver con determinar cantidad y momento óptimos tanto de *stock* como de pedido, ya que como se aprecia en la gráfica de Figura 45, basado en el modelo EOQ[34], a mayor cantidad de inventario

[34] EOQ=Economic Order Quantity (Cantidad de pedido económica)

mayor coste y, por contraposición, a mayor cantidad de pedido, menor coste de este, habiendo un punto de mínimo coste total.

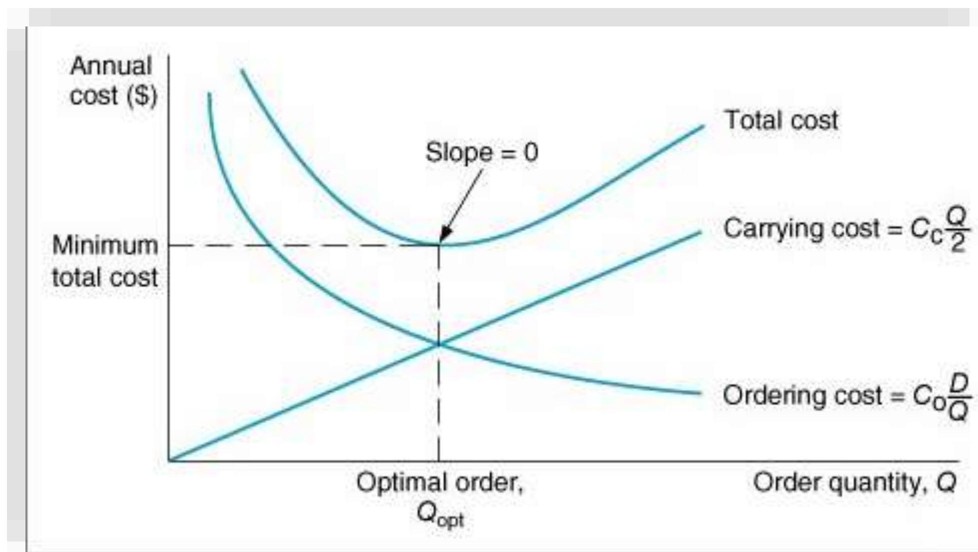


Figura 45: Costes contrapuestos según el modelo EOQ, donde *Carrying costs* son los costes totales de inventario y *Ordering cost* son los costes totales de pedido *(Introduction to Management Science (10th Edition), 2009; Taylor, B. W.)*

En definitiva, los **costes que influyen en la estrategia de inventarios** son de 3 tipos:

- Costes de aprovisionamiento: se componen de una parte fija relativa al sueldo del personal, comunicación con proveedores, inspección y almacenamiento, etc. Y, por otro lado, una parte variable en función de la producción, manipulación de los materiales, tamaño, coste del pedido, etc.
- Costes de mantenimiento: por ocupación de espacio en almacenes (determina tamaño de las instalaciones o pago arrendamiento); de capital (el invertido puramente en el inventario, que no de invertirse en él se podría utilizar para otro fin); de servicio (seguros e impuestos); y de riesgo (deterioro, obsolescencia, robo, etc.).
- Costes por rotura de *stocks:* se refiere a los costes derivados de una situación en la que no hay *stock* suficiente para atender a una demanda puntual, lo cual se traduce en pérdida de clientes y coste por retardo de la venta (hasta siguiente abastecimiento de inventario).

Y los **demás factores** a tener en cuenta para la toma de decisiones son básicamente, los modelos de demanda (estimación de las previsiones de demanda),

tiempo de abastecimiento (el necesario para la recepción de la mercancía desde que se realiza el pedido) y nivel de servicio (determina la cantidad de *stock* de seguridad que se debe tener para que no haya rotura según una probabilidad aceptable).

Para controlar el nivel de inventario restante y saber cuándo realizar el pedido, existen distintas políticas aplicables:

- Sistema Q: el pedido se realiza cuando el *stock* baja de un umbral preestablecido y en una cantidad fija.

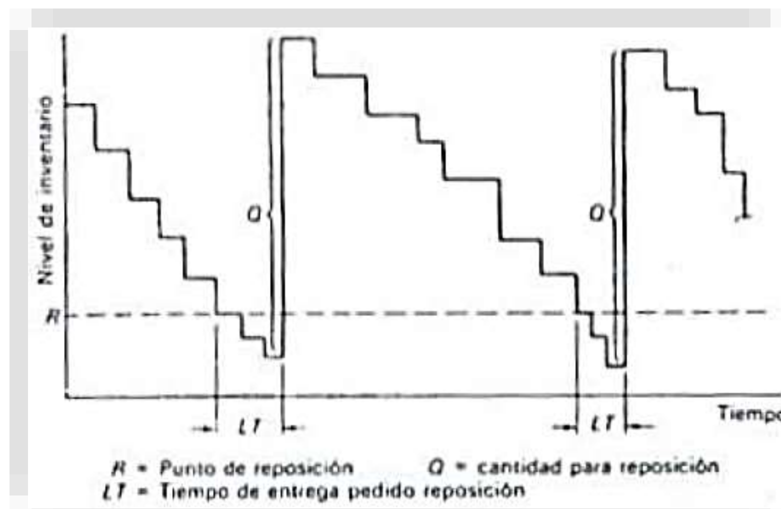


Figura 46: Sistema Q de control de inventarios ***(Logística del Transporte, 2005; Robusté, F. -Ballou, 1991-)***

- Sistema P: los pedidos se solicitan periódicamente y en la cantidad que reste desde el nivel existente en tales instantes hasta el nivel máximo fijado.

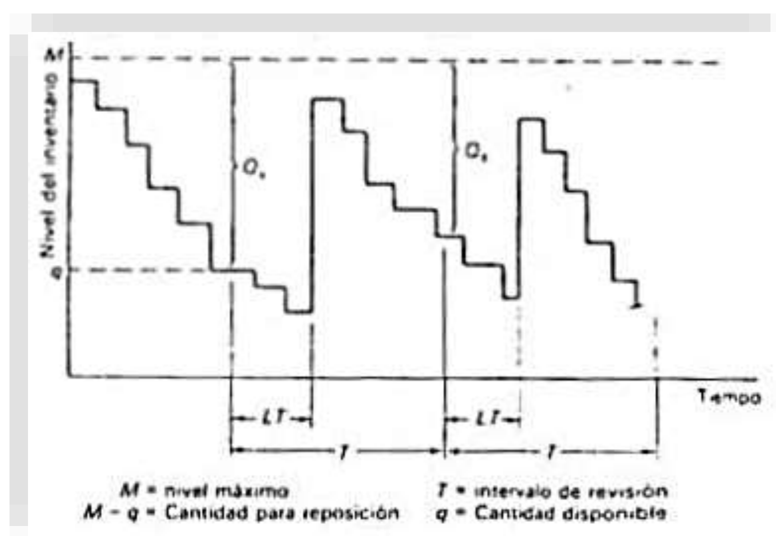


Figura 47: Sistema P de control de inventarios ***(Logística del Transporte, 2005; Robusté, F. -Ballou, 1991-)***

- <u>Sistema R-M / mínimo-máximo</u>: variante del sistema Q para el caso de pedidos grandes, donde generalmente se pasa de estar por encima a estar por debajo del umbral preestablecido tras el envío a algún cliente. Por ello, en lugar de pedir una cantidad fija, como ocurría en el sistema Q, se pide la diferencia entre un nivel máximo y el nivel existente en el momento del pedido, que es justo tras haber bajado del mencionado umbral.

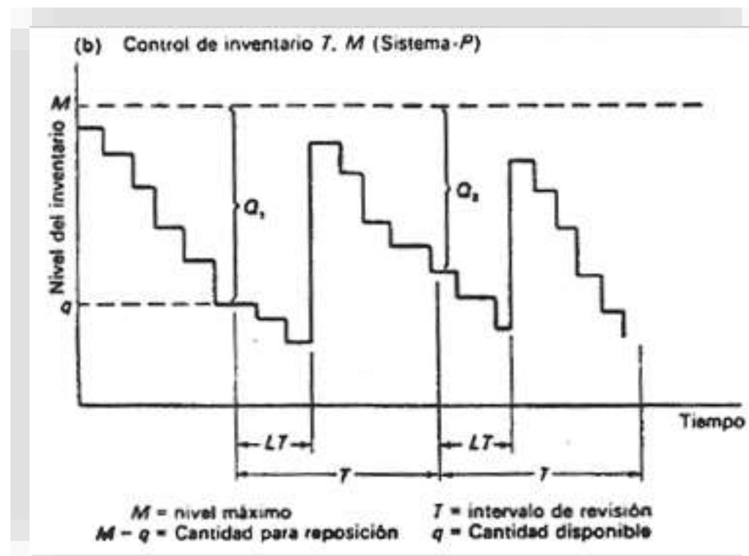


Figura 48: Sistema R-M de control de inventarios *(Logística del Transporte, 2005; Robusté, F. -Ballou, 1991-)*

- <u>Sistema T-R-M</u>: se llevan a cabo revisiones periódicas del nivel de inventario, pero sólo se pide una cantidad entre el nivel máximo y nivel existente cuando se haya bajado del umbral o punto de pedido.

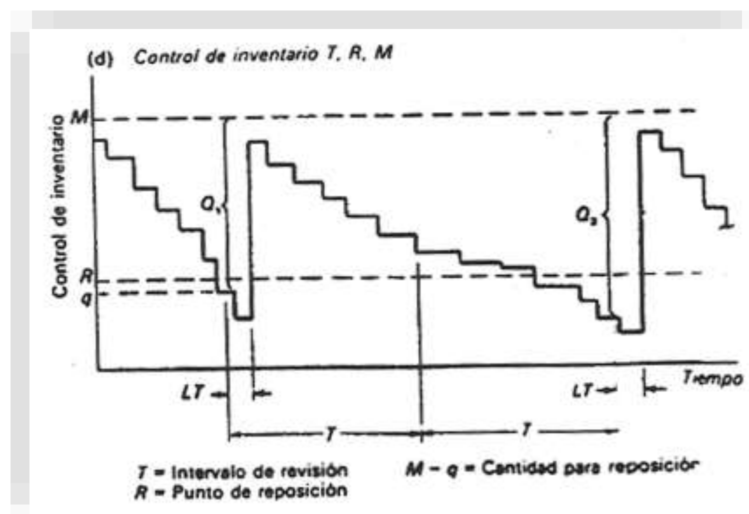


Figura 49: Sistema T-R-M de control de inventarios (Logística del Transporte, 2005; Robusté, F. -Ballou, 1991-)

Un modelo sencillo en el que se puede determinar la **cantidad de pedido óptima** es el antes mencionado EOQ [nota al pie nº 34, en página 86], basado en la política de control de inventarios del sistema Q. En él se supone la demanda, tiempo de abastecimiento y costes relevantes conocidos y constantes en el tiempo, mientras que no se permite rotura de *stock*. Entonces los costes totales anuales (CT) vendrán dados en función de la cantidad de mercancía a pedir (Q) por:

$$CT(Q) = \frac{D}{Q} \cdot S + \frac{I \cdot C \cdot Q}{2}$$

Donde

$D = demanda\ anual\ (unidades\ de\ producto)$
$S = coste\ de\ adquisición\ (€/pedido)$
$C = valor\ de\ cada\ unidad\ mantenida\ en\ inventario\ (€/_{unidad})$
$I = coste\ de\ mantenimiento\ representado\ como\ porcentaje\ sobre\ C$

Buscando el valor de Q que optimiza la ecuación anterior, es decir, derivando e igualando a 0, se tiene que la cantidad de pedido óptima Q^* es:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{I \cdot C}}$$

No obstante, dicha cantidad de pedido óptima no garantiza el menor coste, ya que a menudo los proveedores ofrecen descuentos δ (expresado en porcentaje sobre el precio P: por ejemplo, un descuento de δ=20 % resultaría en un precio rebajado de $(1 - \delta) \cdot P = 0{,}8 \cdot P$) a partir de una determinada cantidad M. Es lo que se denomina economía de escala[35]. Por ello:

- Si $Q^* \geq M$, no hay duda alguna y el pedido debe ser Q^*, teniendo como extra un ahorro de $Q^* \cdot P - Q^* \cdot P \cdot (1 - \delta) = Q^* \cdot P \cdot \delta$
- Si $Q^* < M$, es preciso comparar qué sale más barato, es decir, cual es el valor del beneficio:

$$B = \left(\frac{Q^*}{\sqrt{(1 - \delta)}} - M\right) \cdot P \cdot \delta$$

[35] La economía de escala es la "reducción de los costes unitarios de un producto o servicio, lograda al distribuir el conjunto de costes fijos entre una mayor cantidad total de productos" *(Portal de logística desarrollado por la empresa Marge Books: http://www.logisnet.com)*.

Que en el caso de que:

- $B < 0$, la rebaja es infructuosa y sale más a cuenta ordenar Q^*
- $B > 0$, merece la pena encargar una cantidad M, siempre que exista espacio suficiente en almacén y el coste de mantenimiento adicional de tal inventario sea igual o inferior a B.
- $B = 0$, significa que cuesta lo mismo encargar Q^* unidades a precio P, que encargar M unidades a precio $P \cdot (1 - \delta)$. La decisión final dependerá de la capacidad de almacenamiento y de los costes de mantenimiento.

Por último, un par de hechos que no deben pasarse por alto son la existencia de componentes o proveedores críticos y la necesidad de *stocks* de seguridad. Ambas cuestiones deben abordarse desde el punto de vista estadístico y además tienen cierta relación.

Así, por ejemplo, si se conocen los datos históricos de plazos de entrega de los **proveedores críticos**[36], se puede calcular la fiabilidad de cada uno de ellos sin más que calculando su desviación típica σ, supuesto una distribución normal $N(E, \sigma^2)$, donde E es la media de los plazos de entrega y e_i es cada uno de los plazos de entrega de los n registros de los que se tiene constancia.

$$E = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_i}{n} \qquad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(e_i - E)^2}{n - 1}}$$

Dicho esto, interesa comprar a los proveedores más fiables (menor desviación típica σ); y a igualdad de fiabilidad, los que ofrezcan menores plazos de entrega E. Sin embargo, no es infrecuente que exista un solo proveedor crítico accesible y que éste no sea tan fiable como debería para que nunca hubiera rotura de *stock*. Por esta razón, se tienen que recurrir a mayores *stocks* de seguridad.

Los ***stocks* de seguridad** no son más que inventarios cuyo objeto es el de cubrir posibles imprevistos que puedan provocar una rotura de *stock* y cuyas consecuencias conlleven unos costes muy elevados. La cantidad de *stock* de seguridad que una empresa debería poseer puede calcularse en términos de riesgo (probabilidad) asumible de que se rompa el *stock*, ya que calcularlo en términos de costes es complicado e

[36] Se entiende por proveedor crítico a aquél cuyo producto que abastece a una empresa es esencial y podría ocasionar grandes pérdidas en caso de retraso en la entrega *(Logística del Transporte, 2005; Robusté, F.)*

impreciso (sería contraponer el coste del mantenimiento de una cierta cantidad de *stock* de seguridad sobre el coste que se produciría en caso de rotura del *stock*). Así pues, si se escribe el plazo de entrega real r (superior a la media E) como:

$$r = E + \beta \cdot \sigma$$

Se puede calcular a través de los registros con los que se ha hallado E y σ, el valor del coeficiente β, y extrapolarlo para casos futuros habiendo fijado el riesgo que se quiere asumir; con lo que queda que el *stock* de seguridad Q_{seg} a mantener es:

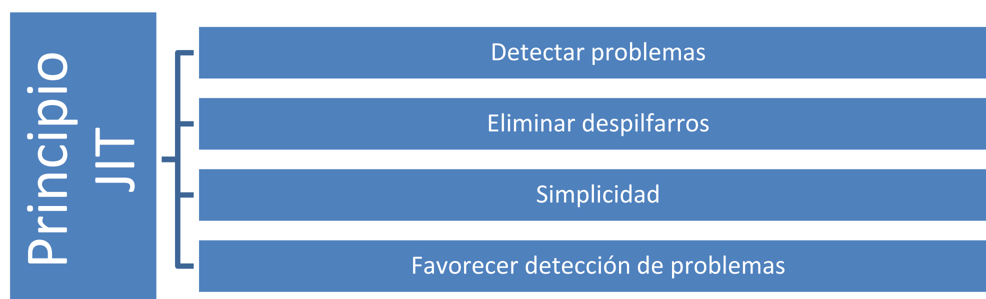
$$Q_{seg} = \beta \cdot \sigma \cdot \mu$$

Donde μ son las unidades producidas en un año (o ritmo de producción equivalente según la escala temporal tomada).

b) FILOSOFÍA JUST-IN-TIME (JIT)

En la *Ficha 10: Justo a Tiempo (Belando, E. - AUTO AMKEY)*, perteneciente a la obra “Herramientas para la Calidad” (Comité de Automoción; 2004), se aborda de una forma bastante completa en qué consiste la filosofía *Just in Time*, orientado a fábricas y cuyas nociones básicas quedan reflejadas a continuación.

Básicamente se trata de producir en la medida en que es necesario, intentando ser de esta manera lo más eficiente posible. Para ello, este concepto desarrollado por la marca japonesa de automovilismo *Toyota* durante la segunda mitad del siglo XX, se fundamenta en 4 **principios esenciales**:



a) Poner en evidencia los problemas fundamentales: para ello es bien conocido el símil del río de las existencias, donde el agua representa el *stock* o existencia de inventario que, al bajar su nivel, hace aparecer las rocas (problemas), obligando al barco que navega por encima (empresa) a tener que sortearlos [Figura 50].

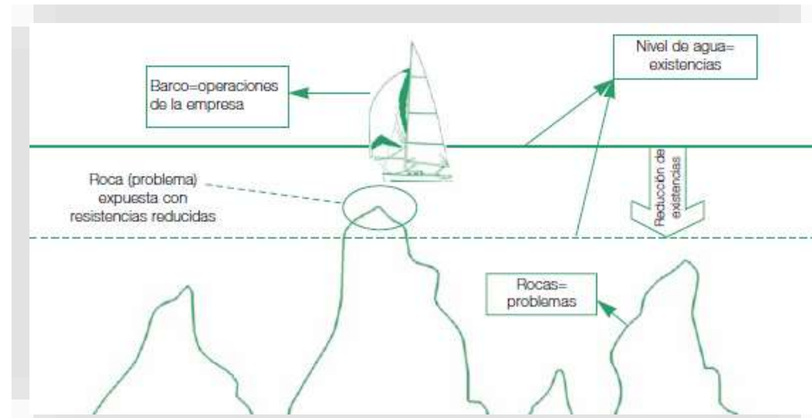


Figura 50: Símil del río de las existencias *(Herramientas para la Calidad: Ficha 10. Justo a Tiempo -Belando, E. - AUTO AMKEY-, 2004; Comité de Automoción)*

Además, la filosofía JIT intenta desmarcarse de la logística industrial tradicional ofreciendo pautas diferenciables de aquéllas para abordar problemas concretos [Tabla 8]

PROBLEMA (ROCAS)	SOLUCIÓN TRADICIONAL	SOLUCIÓN JIT
• Máquina poco fiable • Zonas con cuellos de botella	• Stock de seguridad grande • Programación mejor y más compleja	• Mejorar la fiabilidad • Aumentar la capacidad y la polivalencia de los operarios y máquinas
• Tamaños de lote grandes	• Almacenar	• Reducir el tiempo de preparación
• Plazos de fabricación largos	• Acelerar algunos pedidos en base a prioridades	• Reducir esperas, etc., mediante sistema de arrastre
• Calidad deficiente	• Aumentar los controles	• Mejorar los procesos y/o proveedores

Tabla 8: Soluciones JIT diferentes de las tradicionales a problemas concretos *(Herramientas para la Calidad: Ficha 10. Justo a Tiempo -Belando, E. - AUTO AMKEY-, 2004; Comité de Automoción)*

b) Eliminar despilfarros: se trata de suprimir las actividades que no añaden valor al producto, reduciendo así costes y plazos y aumentando el nivel de servicio. Para ello se debe intentar:

- Hacerlo bien a la primera.
- Que el operario se auto-controle.
- Controlar los procesos estadísticamente (*SPC*[37]).
- Analizar y prevenir riesgos potenciales.

[37] SPC: acrónimo de *Statistic Process Control* (Control estadístico de procesos). Se trata de una "metodología que da la confianza estadística de que un componente está dentro de una tolerancia sin tener la necesidad de medir cada componente" (*Blog sobre la Gestión e Investigación de Operaciones: http://www.gestiondeoperaciones.net)*

o Reducir *stocks* lo máximo posible.

c) Buscar la simplicidad: el JIT entiende que a mayor simplicidad mejor será la gestión de los flujos de material y su control. Por ello recomienda buscar líneas de flujo directas y agrupar aquellos productos en células para la misma línea.

d) Establecer sistemas para identificar los problemas: como el SPC antes mencionado o el *Kanban* (también conocido como sistema de arrastre), por el que se reponen los productos consumidos controlándolos mediante etiquetas. También se tiene que estar concienciado para sacrificar eficiencia a corto plazo en beneficio de ésta a largo plazo.

No obstante, en el libro de *Francesc Robusté* "Logística del transporte" (2005), el autor remarca que el símil del río de las existencias no es del todo acertado, ya que el buen especialista en logística debe identificar los problemas antes de que éstos aparezcan (conocer la batimetría del fondo antes de que baje el nivel del agua). Y, por otro lado, tampoco considera acertado inculcar el concepto de cero *stocks*, ya que los inventarios son algo necesario y debe enfocarse como una tendencia para disminuirlos al máximo, no como el objetivo último para una empresa.

Por otro lado, conviene distinguir que la filosofía JIT se basa en un sistema de fabricación *pull*[38], de flujo continuo y donde se produce según lo vendido, evitando que se acumulen componentes en *stock*. En contraposición se encuentra el sistema tradicional *push*[39], en el que se produce para vender.

Para la **implantación del sistema *Just in Time*** se requieren 5 fases:

1) Cómo poner el sistema en marcha: lo primero de todo es llegar a una comprensión básica, realizar un análisis coste-beneficio, adquirir compromiso, decidir o no poner en práctica el JIT, seleccionar el equipo de proyecto en caso afirmativo e identificar una planta piloto.
2) Mentalización, clave del éxito: se trata de educar a los trabajadores para que comprendan la filosofía JIT y empiecen a aplicarla en su propio trabajo.
3) Mejorar los procesos: reduciendo el tiempo de preparación de las máquinas, ya que es un tiempo improductivo; llevando a cabo un mantenimiento preventivo para no tener que disponer de *stocks* de seguridad en caso de

[38] La palabra *pull* (del inglés) significa literalmente "tirar" y se refiere a que la demanda "tira" de la oferta.

[39] La palabra *push* (del inglés) significa literalmente "empujar" y se refiere a que el trabajo se traspasa a las etapas siguientes del proceso de producción.

avería; y cambiando las líneas de flujo, normalmente en forma de U, para que los procesos sean adyacentes y se reduzcan los plazos.

4) Mejoras de control: monitorizar las actividades a través de sistemas tipo *Kanban*, control local, SPC, calidad en origen, etc.

5) Relación cliente-proveedor: se trata de conjugar los proveedores y clientes externos desde la fase 2), para discutir los requisitos tanto de unos como de otros y seleccionar los proveedores más acordes con la empresa.

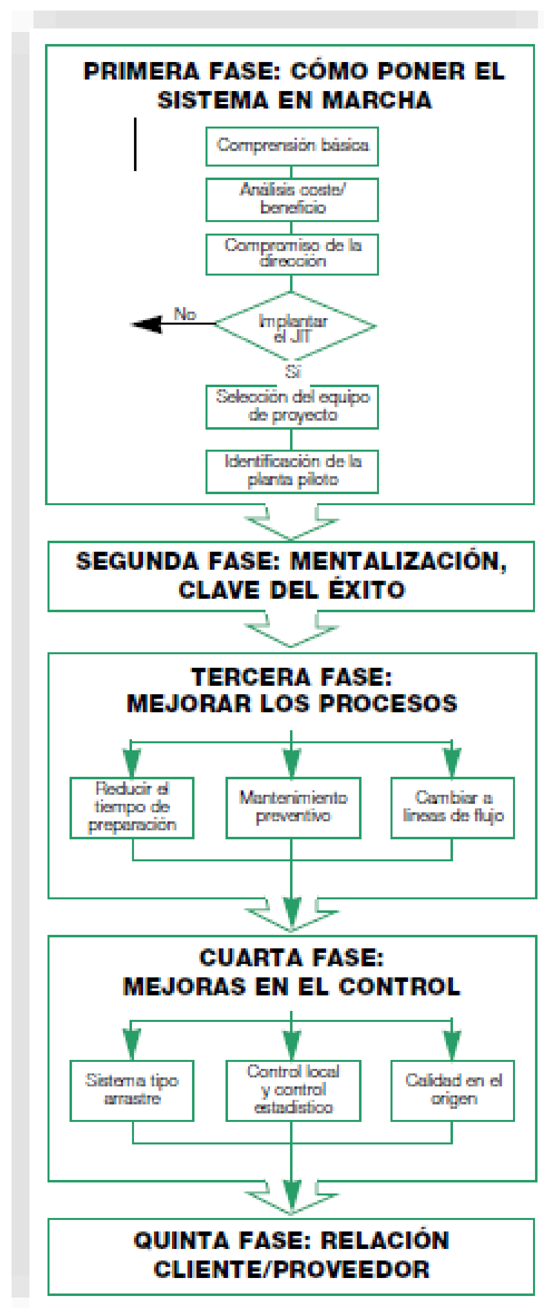


Figura 51: Diagrama de implantación del JIT ***(Herramientas para la Calidad: Ficha 10. Justo a Tiempo - Belando, E. - AUTO AMKEY-, 2004; Comité de Automoción)***

c) GRADO ÓPTIMO DE DESCENTRALIZACIÓN

Francesc Robusté dedica en su manual *"Logística del transporte" (2005)* un capítulo en el que habla del grado óptimo de descentralización de una empresa en términos de costes del *stock* en relación al número de almacenes o puntos de distribución a disponer. En resumen, los principales aspectos que destaca son los expuestos en los párrafos siguientes.

En primer lugar, el coste de tenencia de *stock de seguridad* en un sistema centralizado (SS_C) será proporcional (de constante K) a la desviación típica σ de las ventas totales V:

$$SS_C = K \cdot \sigma(V)$$

Mientras que para un sistema descentralizado de N almacenes y para la misma demanda total ($\sum_{i=1}^{N} V_i = V$), con demanda independiente para cada almacén (la desviación típica total será la suma de las desviaciones típicas de cada almacén en su nivel de ventas) y aproximadamente igual para cada uno de ellos, el nivel de *stock de seguridad* sería:

$$SS_D \approx N \cdot SS_i \approx N \cdot K \cdot \sigma(V_i) \approx N \cdot K \cdot \frac{\sigma(V)}{\sqrt{N}} \approx SS_C \cdot \sqrt{N}$$

Donde

$$SS_D = Stock\ de\ seguridad\ en\ un\ sistema\ descentralizado$$
$$SS_i = Stock\ de\ seguridad\ en\ el\ almacén\ i$$
$$V_i = nivel\ de\ ventas\ del\ almacén\ i$$

Lo que se traduce en que la eliminación de un almacén de entre los N totales supone un ahorro de $(100 \cdot \theta)$ %, con $\theta = 1 - (1 - \frac{1}{N})$; por lo que a menor número de almacenes mayor será el ahorro relativo en *stock de seguridad*.

En segundo lugar, en referencia a los costes asociados al *stock activo*, si se gestiona de forma autónoma por cada uno de los almacenes en un sistema descentralizado, la cantidad de pedido óptima será proporcional a $\sum_{i=1}^{N} \sqrt{D_i}$, partiendo del modelo EOQ [ver epígrafe **a)** GESTIÓN DE *STOCKS* de este mismo apartado]; mientras que la cantidad de pedido óptima total será proporcional a $\sqrt{D}$, donde D_i y D representan la demanda en cada almacén i y total, respectivamente. Por tanto, comparando en términos medios una con la otra, sabiendo que tales constantes de

proporcionalidad son las mismas (coste de mantenimiento por unidad, valor de cada unidad de inventario, etc.), queda que:

$$\frac{\overline{Q_C}}{\overline{Q_D}} = \frac{\sqrt{D}}{\sum_{i=1}^{N} \sqrt{D_i}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{N} D_i}}{\sum_{i=1}^{N} \sqrt{D_i}}$$

Lo cual significa que el *stock activo* en un sistema centralizado será menor o igual al de uno descentralizado y, en particular, si la cantidad de pedido óptima para cada almacén es aproximadamente la misma ($D_i \approx D/N$), se obtiene que:

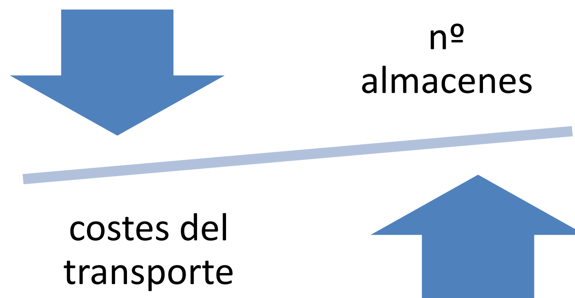
$$\overline{Q_D} = \overline{Q_C} \cdot \sqrt{N}$$

Por otro lado, si la gestión se realiza de forma coordinada, tal como si fuera un sistema centralizado, la cantidad de pedido óptima en relación al número de pedidos anuales φ será:

$$\overline{Q_D} = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{N} Q_i = \frac{1}{2 \cdot \varphi} \cdot \sum_{i=1}^{N} D_i = \frac{D}{2 \cdot \varphi} = \overline{Q_C}$$

En definitiva, los costes asociados al *stock activo* o *de ciclo* pueden llegar a reducirse en un sistema descentralizado hasta igualarse a los de un sistema descentralizado; sin embargo, en este último, los costes del *stock de seguridad* aumentarán con el número de almacenes. Además, el coste del transporte se relanza cuando el número de centros de distribución es excesivo, ya que se pasa de transporte hasta cliente final a transporte hasta almacén.

Con todo, a sabiendas que la propiedad de más almacenes supone un coste adicional y que el nivel de servicio apenas mejorará a partir de cierto número de delegaciones, el número óptimo de almacenes se encontrará en un punto intermedio, tal y como esquematiza la gráfica de la Figura 52.



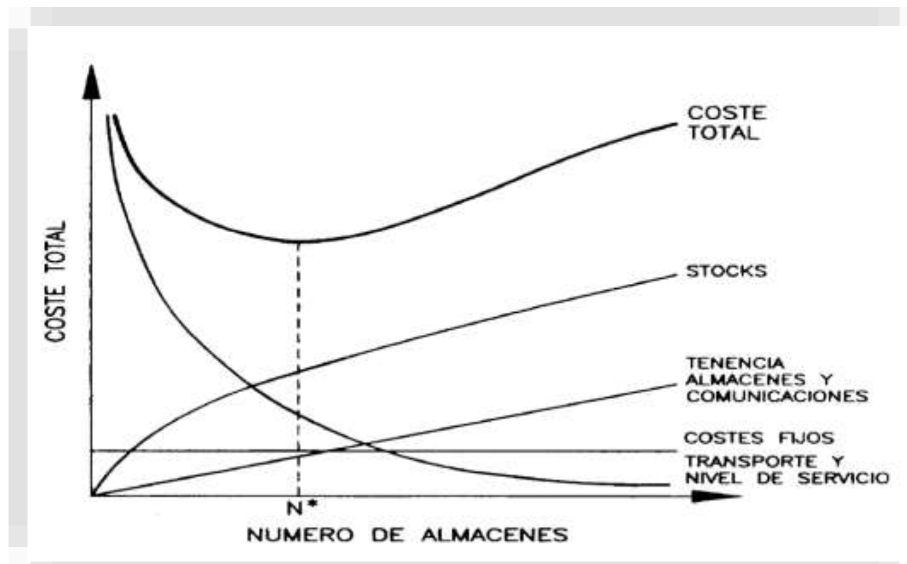


Figura 52: Variación de los costes asociados con la cantidad de almacenes en operatividad. Se da un valor N* óptimo en términos de coste total del número de almacenes de los que se debe disponer *(Logística del Transporte, 2005; Robusté, F.)*

3.10.4. Sistemas de distribución física

Como antecedente es preciso enmarcar qué posición ocupa la distribución física dentro de la logística. Para ello, una buena visión general es aportada por los apuntes de *"Transporte de Mercadorias e Logística"*, asignatura del *Mestrado Integrado em Engenharia Civil (Universidade de Lisboa; 2013)*, de donde cabe destacar lo señalado en lo sucesivo.

La distribución física se define como la planificación y control del transporte físico de bienes desde el proveedor/productor hasta el cliente/utilizador final. Engloba varias cuestiones estratégicas y tácticas como el nivel de servicio que se quiere ofrecer, tener flota de vehículos propia o arrendada, subcontratación, etc. Y también cuestiones operacionales como las escalas de personal, ocupación de la capacidad de los vehículos, afección de cargas y planificación de las rutas de distribución.

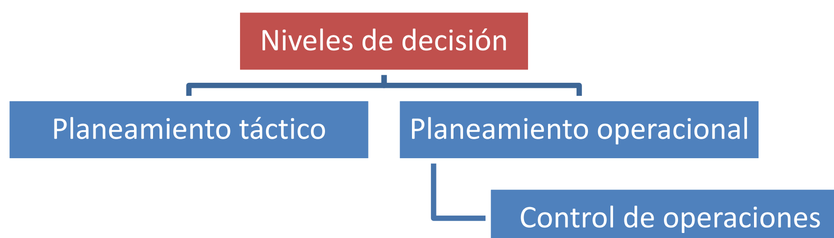


Figura 53: Niveles de decisión en la distribución física de mercancías *(Elaboración propia a partir de los apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*:

Suponiendo ya resueltas las cuestiones estratégicas, como la localización de los almacenes [ver apartado 3.10.2], el tamaño de los mismos, niveles de *stock* [ver apartado 3.10.3], medio de transporte [ver apartado 3.5.6], etc., y por otro lado, en cuestiones de operación, la localización de los clientes y sus requisitos, características de los vehículos y caracterización de la red de transporte; el problema se centra en encontrar un equilibrio entre el nivel de servicio y los costes.

En primer lugar, debe definirse el **tipo de abastecimiento a los clientes**, que **en función del número de puntos de partida y de destino**, se puede clasificar en los siguientes sistemas *(Logística del transporte, 2005; Robusté, F.)*:

- <u>De un origen a un destino</u>: en este caso el principal problema a resolver es el de articular los inventarios en origen y destino con los tiempos necesarios de producción y entrega. Así, siendo γ el coste promedio de realizar un pedido de cantidad M productos a precio P cada uno, con coste de inventario i y suponiendo un ritmo de consumo/producción equilibrados de λ objetos por unidad de tiempo; si T es el tiempo de transporte desde origen a destino, el coste total de un envío sería:

$$Coste\ por\ envío = \gamma + P \cdot i \cdot \left(\frac{M^2}{2 \cdot \lambda} + M \cdot T + \frac{M^2}{2 \cdot \lambda}\right)$$

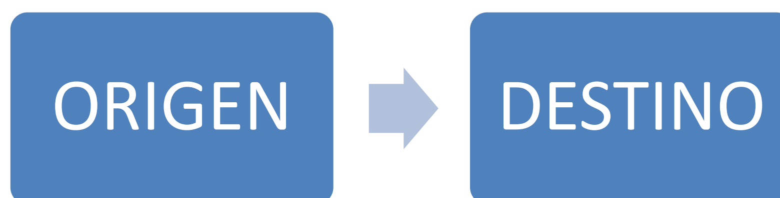
Y por unidad de producto:

$$Z = \frac{\gamma}{M} + P \cdot i \cdot T + P \cdot i \cdot \frac{M}{\lambda}$$

Optimizando dicha función, se tiene que la cantidad óptima de venta al cliente en términos de costes es:

$$M^* = min\left\{\sqrt{\frac{\gamma \cdot \lambda}{P \cdot i}}, C\right\}$$

Ya que además del coste se tiene en cuenta la capacidad del vehículo C. Además, dichos envíos deben realizarse con periodicidad $M^*/_{\lambda}$.



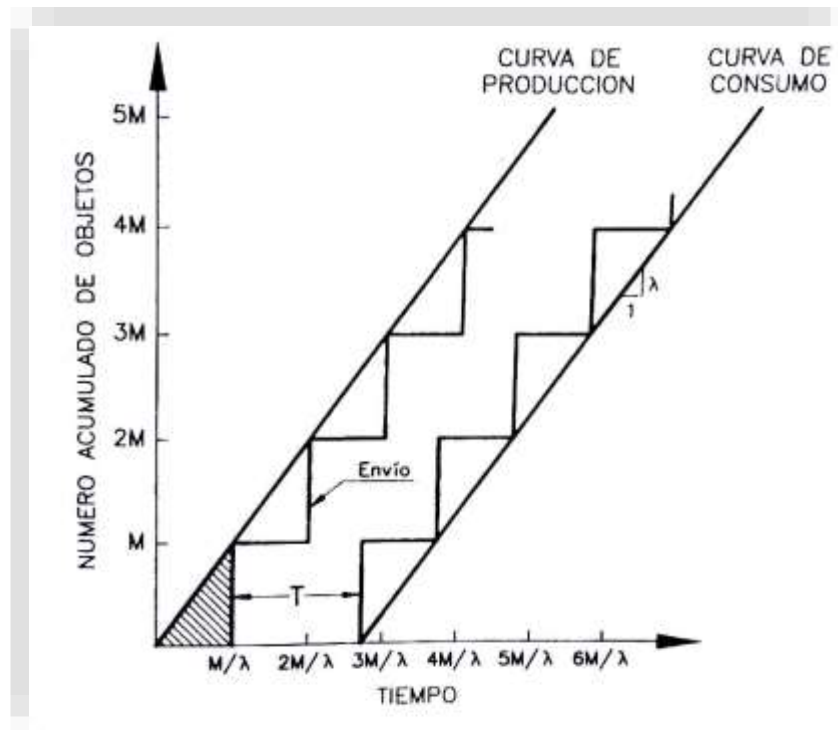


Figura 54: Gráfico de envío de un origen a un destino *(Logística del transporte, 2005; Robusté, F.)*

- <u>De un origen a muchos destinos</u>: el primer paso es definir las zonas de reparto según los vehículos y tiempo disponibles, lo que dará lugar a un conjunto de clientes cercanos entre sí. El siguiente paso es el de definir la ruta de reparto, es decir, el recorrido a realizar y el orden de visita de los clientes. Ésta es la situación clásica en la que se plantea el problema de diseño de las rutas de reparto [ver más adelante en este mismo epígrafe 3.10.4].

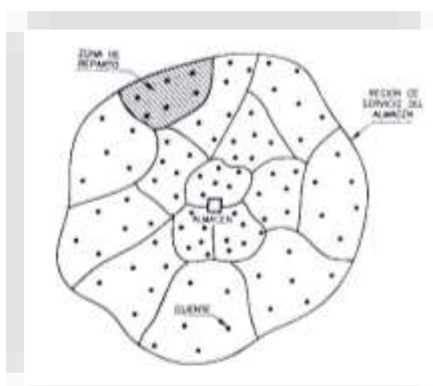


Figura 55: Esquema de definición de distintas zonas de reparto en un sistema de distribución física de un origen a muchos destinos *(Logística del transporte, 2005; Robusté, F.)*

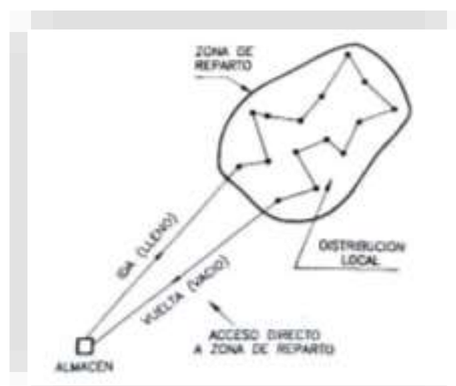


Figura 56: Esquema de ruta de reparto para una zona en concreto en un sistema de distribución física de un origen a muchos destinos *(Logística del transporte, 2005; Robusté, F.)*

- <u>De muchos orígenes a muchos destinos</u>: ante un número significativo de orígenes y destinos es ventajoso el uso de puntos de apoyo. Dichos puntos pueden ser terminales de ruptura de la carga o *hubs*, que no son ni más ni menos que plataformas estratégicamente situadas donde se manipula y clasifica la mercancía, u otro almacén de origen (técnica *peddling*). Dichas instalaciones actúan como reguladores en la cadena origen/destino, sirviendo a las distintas delegaciones territoriales en el caso de los *hubs*. El problema radica pues en encontrar la combinación adecuada entre los almacenes/fábricas, tales puntos de apoyo y clientes desde una perspectiva económica y de nivel de servicio. La resolución matemática es compleja dada la gran cantidad de variables; sin embargo, algunas reglas de diseño son fácilmente demostrables y es que:
  - Si la distancia entre el origen i y el destino j es mayor que la distancia entre el origen y el punto de apoyo k o entre este último y el destino, es más rentable el envío directo que hacer *peddling*.

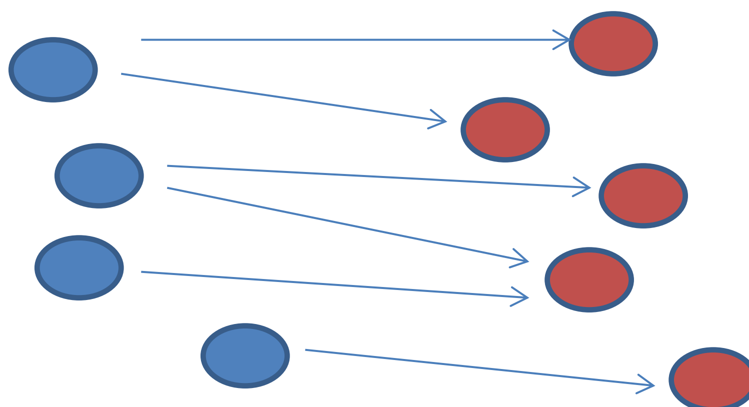
$$d_{ik} > max\{d_{ij}, d_{kj}\} \rightarrow Envío\ directo\ mejor\ que\ pasar\ por\ k$$

  - Si la distancia entre el primer origen i y un segundo origen k es menor que la que hay entre aquel primero y el destino final j, y a su vez la distancia entre el segundo origen y un tercer punto de origen l es menor que la distancia de aquel segundo al destino final, entonces es mejor hacer *peddling* pasando por esos 3 orígenes.

$$d_{ik} < d_{ij}\ \ \&\ \ d_{kl} < d_{kj} \rightarrow Hacer\ peddling\ en\ i, k, l$$

  - Si la distancia del origen i a un *hub* h es mayor que la suma de las respectivas distancias del origen a dos destinos diferentes j, g, entonces será mejor el envío directo de ambas cargas en lugar de pasar por el *hub*.

$$d_{ih} > d_{ij} + d_{ig} \rightarrow Envío\ directo\ mejor\ que\ pasar\ por\ el\ hub$$



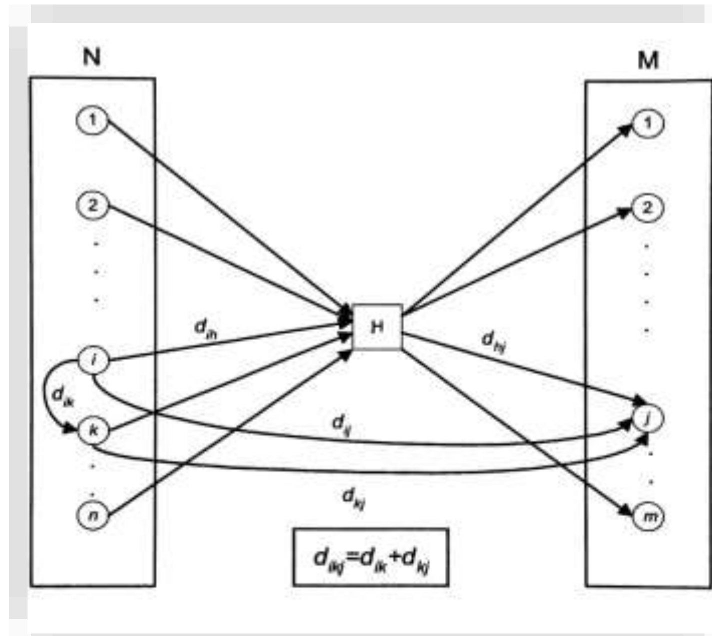


Figura 57: Esquema de una red de n orígenes y m destinos en un sistema de distribución física con las alternativas de envío directo, haciendo *peddling* o a través de un *hub* H *(Logística del transporte, 2005; Robusté, F.)*

Aunque las configuraciones anteriores podrían quizá ser extensibles a otros medios, **la planificación de estos sistemas y rutas de reparto está enfocada al tramo final de la cadena de distribución, en la que se tiene que llegar al cliente final y, por tanto, es necesario el uso del transporte por carretera**.

También es importante remarcar las **tendencias** en Europa sobre la distribución física de mercancías, lo cual es relevante tener en cuenta para el diseño con horizonte futuro. A destacar *(apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*:

- Reducción de tiendas tradicionales y aumento de grandes cadenas de venta al por menor. Esto provoca un menor número de puntos de entrega, aunque por otro lado la emergencia del comercio electrónico (*e-commerce*) los está atomizando.
- Mayor centralización de los sistemas logísticos para reducir *stocks* y atender a las mayores exigencias de los clientes.
- Presión creciente sobre el mercado: envíos de menores cantidades con mayor frecuencia y reducción en los tiempos de entrega; logística de respuesta rápida: flexibilidad y capacidad de adaptación dinámica, operaciones más especializadas…

- Nuevas políticas de regulación, entre ellas de carácter ambiental que implica restricciones en las operaciones del transporte, especialmente en la distribución urbana, y promoción de modos y vehículos menos agresivos con el medio ambiente.
- Creciente externalización de operaciones, integración y mayor complejidad. Monitorización e información constante en todos los procesos.

a) ESTABLECIMIENTO DE RUTAS DE REPARTO MINIMIZANDO COSTES DE TRANSPORTE

El diseño de las rutas de reparto es probablemente el "epicentro" de la logística actual. Y es que tal y como lo expuesto en el apartado 3.7, encontrar una solución aceptable a este tipo de problema, de la clase *NP-hard*, no es tarea fácil. Sin embargo, se han desarrollado diversas metodologías aplicables a la práctica que ofrecen soluciones próximas a la óptima. Estas metodologías se describen más adelante.

No obstante, en primer lugar, conviene puntualizar sobre ciertos aspectos generales en el diseño de los itinerarios de las entregas *(apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*: Por un lado, hay que distinguir entre los **tipos de rutas**, que pueden ser de dos clases:

- Rutas fijas: son aquellas con un esquema preestablecido en la secuencia de visitas a los clientes, el cual se revisa sólo en función de las entregas efectivas a realizar.
- Rutas dinámicas: son aquellas en las que se define la secuencia de visitas en función de las entregas a realizar en cada episodio, es decir, la ruta varía en cada servicio de entrega.

Por otro lado, en general, como **objetivos habituales en la programación de rutas** se encuentran*:*

- Maximizar el tiempo de utilización de los vehículos
- Maximizar la utilización de la capacidad de los vehículos
- Minimizar la distancia recorrida
- Minimizar el número de vehículos necesarios

Dicho esto, las **técnicas más conocidas** para el diseño de rutas de distribución física, en el caso en el que existan varios clientes en una zona de reparto ya definida (distribución multipunto), pueden clasificarse en los siguientes grupos:

Tipo de distribución multipunto	Método más representativo
Con un solo vehículo y un origen	TSP *(Travelling salesman problem)*
Con varios vehículos y un origen	VRP *(Vehicle routing problem)*
Con varios vehículos, un origen y distintas frecuencias de visita	PVRP *(Periodic vehicle routing problem)*
Con varios vehículos y varios orígenes	MD VRP *(Multi-depot vehicle routing problem)*

Tabla 9: Clasificación de métodos comunes de diseño de rutas de distribución física multipunto de mercancías *(Elaboración propia a partir de los apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013 y a partir del libro "Logística del transporte", 2005; Robusté, F.)*

Introduciendo como conceptos básicos los términos *(Introdução ao problema do Caixeiro Viajante, 2011; Carvalho, R.)*:

- Nodo: cada uno de los puntos que tienen que ser visitados.
- Arco: ligación entre pares de nodos, estanco asociado a un determinado coste.
- Circuito hamiltoniano: aquel donde todos los nodos son visitados una y sólo una vez.

Se pasa pues a describir cada uno de las **técnicas** mencionadas *[(apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013), (Introdução ao problema do Caixeiro Viajante, 2011; Carvalho, R.), (Logística del transporte, 2005; Robusté, F.)]*:

a.1.- TSP (Travelling salesman problem): Problema del viajero de comercio

Caso de distribución multipunto con un solo vehículo desde un único origen. Se asume conocida la distribución de los clientes. Las rutas parten y llegan al origen.

i *Métodos de resolución exacta:*

Sólo son aplicables a problemas con un número de nodos pequeño, ya que el tiempo de procesamiento se dispara con la cantidad de clientes a servir[40]. Por ello no vale la pena detenerse a explicar este tipo de métodos, dada su gran limitación, sin más que mencionar los algoritmos genéricos existentes; a saber:

- Programación entera (con variables binarias)
- Programación dinámica
- Procesos enumerativos: Aquí destaca el algoritmo de *Branch-and-Bound*, basado en ir incorporando nuevos nodos hasta formar el árbol secuencial completo aplicando minorantes (acotaciones) en cada paso.

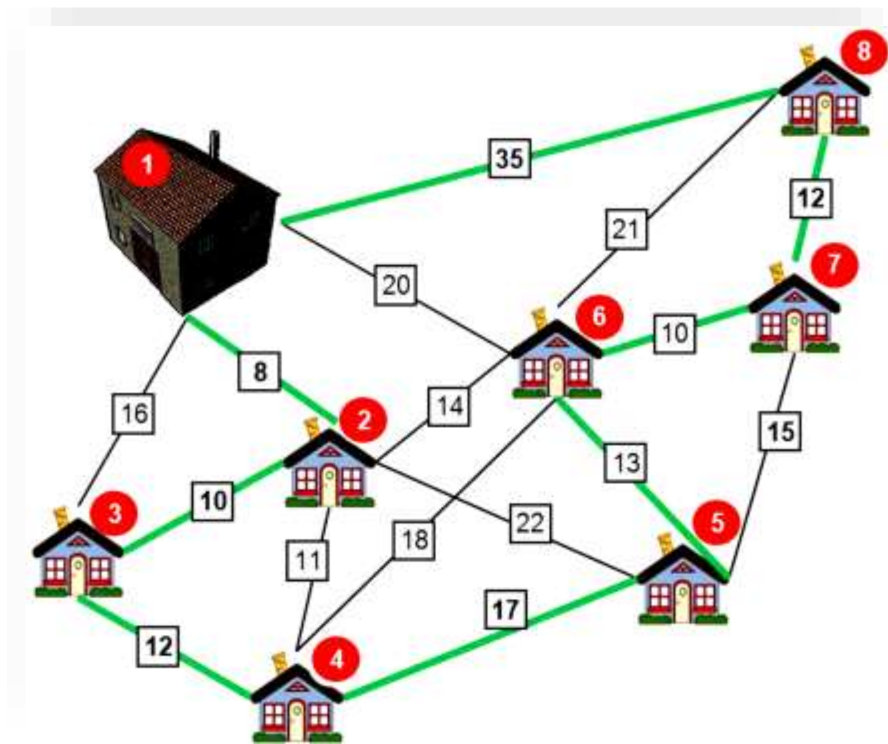


Figura 58: Ejemplo de problema de distribución multipunto de 8 nodos, siendo el número 1 el origen *(Introdução ao problema do Caixeiro Viajante, 2011; Carvalho, R.)*:

ii *Métodos heurísticos constructivos:*

Los métodos heurísticos son aquellos basados en la experiencia, reglas empíricas, etc. que, aunque no sean rigurosos, son de gran utilidad práctica para cuando

[40] Por ejemplo, a 1000 soluciones por segundo como tiempo de cálculo, un problema con n=10 nodos tendría (n-1)!=362.880 posibles soluciones y se tardarían 6 minutos en encontrar la solución óptima, mientras que un problema con 20 nodos tendría $1{,}22 \cdot 10^{17}$ posibles soluciones y se tardarían 38.547 siglos en encontrar la solución óptima.

otros métodos rigurosos no puedan o sean difíciles de aplicar a la práctica. Entre los constructivos para el TSP destacan:

- <u>Heurística del vecino más próximo</u>: cosiste en, partiendo de un nodo arbitrario, conectar nodo a nodo el más próximo hasta cerrar el circuito hamiltoniano [ver ejemplo de la Figura 62].
- <u>Heurística de la inserción más próxima</u>: se trata de añadir a un circuito inicial aleatorio de dos nodos interconectados el cliente más próximo, rediseñando el circuito y añadiendo sucesivamente los nodos más próximos uno a uno hasta rediseñar el circuito hamiltoniano final [ver ejemplo de la Figura 63].

$$min\{coste\ de\ inserción\} = \min\{c_{ik} + c_{kj} - c_{ij}\}$$

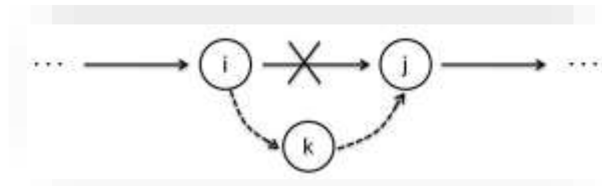


Figura 59: Esquema de inserción de un nodo en un circuito *(Introdução ao problema do Caixeiro Viajante, 2011; Carvalho, R.)*:

- <u>Heurística de inserción de menor coste</u>: se comienza insertando un nodo al origen (se recomienda el de menor coste de conexión) con retorno al mismo y se añade en cada iteración el nodo que suponga menor coste adicional [ver ejemplo de la Figura 64]. Es decir, se trata de encontrar el nodo n tal que:

$$n\colon \min_{k}\left\{\min_{i,j}\{c_{ik} + c_{kj} - c_{ij}\}\right\}$$

- <u>Heurística CCAO (*Golden & Stewart*)</u>: se define una envolvente convexa sobre el mapa de puntos de la zona de reparto para, posteriormente, incluir aquellos nodos con coste adicional mínimo maximizando el ángulo de conexión con los vértices adyacentes correspondientes en cada paso.

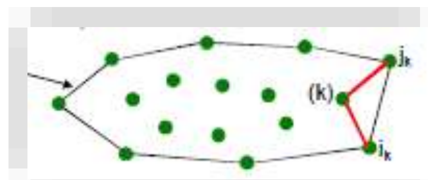


Figura 60: Esquema de primera inserción tras definición de la envolvente convexa por el método de Golden & Stewart *(apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*

Sin embargo, este método sólo es bueno para problemas simétricos y euclídeos, por ejemplo, cuando se cumple que:

$$c_{ij} + c_{jk} \geq c_{ik}$$

- Heurística GENIUS (*Gendreau et al.*): Método parecido al CCAO pero que resuelve el problema del post-procesamiento incapaz de deshacer decisiones erróneas en la incorporación de nodos. Para ello trabaja en dos etapas, primero con una fase de inserción global generalizada y luego, con un post-optimización que elimina vértices y los vuelve a reinsertar usando la regla generalizada de inserción *(The Travelling Salesman Problem: An overview of exact and approximate algorithms, 1991; Laporte, G.)*.
- Método de las bandas: está basado en dividir una zona de reparto a en varias bandas de ancho w y longitud a/w por las que el vehículo va visitando los clientes transversalmente y a lo largo de las mismas. Para la división de dichas bandas y para los pasos a seguir existen algunas guías de diseño, como las mostradas en la Tabla 10, donde C es el número de clientes que puede visitar un vehículo en un viaje, N el número de puntos total y β^* es la esbeltez (relación entre la anchura de la zona y su largura) óptima de valor:

$$\beta^* = \min\left\{1, \max\left\{\frac{4 \cdot C}{N}, \frac{6}{C}\right\}\right\}$$

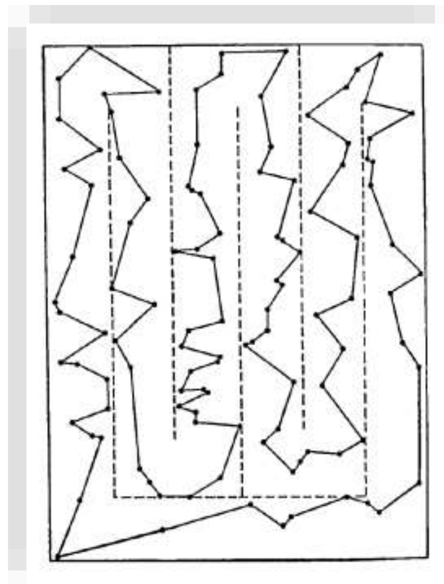


Figura 61: Esquema de reparto multipunto por el método de las bandas aplicado al problema del viajante de comercio TSP *(Logística del transporte, 2005; Robusté, F. –Daganzo, 1984a-)*

Se ha estimado que el sobrecoste esperado por utilizar el método de las bandas excede apenas en un 5-8 % sobre la solución óptima.

Caso	Pasos	Descripción
A $C \leq 6$ $\beta^* \approx 1$	A_1	Dividir la región A en zonas aproximadamente cuadradas, que contengan C puntos cada una. Tratar de diseñar las zonas de modo que los puntos se agrupen alrededor del centro; de este modo se reducirá la distancia total viajada.
	A_2	Construir rutas del tipo "viajante de comercio" en cada zona de reparto (esto es sencillo ya que $C \leq 6$).
	A_3	Para cada zona, borrar una línea y conectar los dos extremos al almacén. La línea óptima será normalmente aquella cuyos extremos estén más cerca del almacén.
	A_4	Afinar (con un ordenador, si se desea).
B $C > 6$ $\beta^* \leq 1$	B_1	Si $\beta^* = 4(C/N)$, dividir la región A en zonas en forma de sector circular (método de barrido).
	B_1 bis	Si $\beta > 4(C/N)$, el valor calculado en la optimización $\beta^* = 6/C$ puede y debe ser usado para la construcción de las zonas de reparto tanto como sea posible, incorporando las condiciones de contorno específicas del problema. No todas las zonas tienen por qué tocar el almacén.
	B_2	Construir rutas del tipo "viajante de comercio" usando la estrategia de "recorrido en bandas" si se desea. Si $\beta > 4(C/N)$, las zonas de reparto son bastante estrechas: las rutas óptimas deberían ser fáciles de encontrar.
	B_3	Efectuar los pasos A_3 y A_4.

Tabla 10: Guías de diseño para el método de las bandas aplicado al problema del viajante de comercio TSP *(Logística del transporte, 2005; Robusté, F.)*

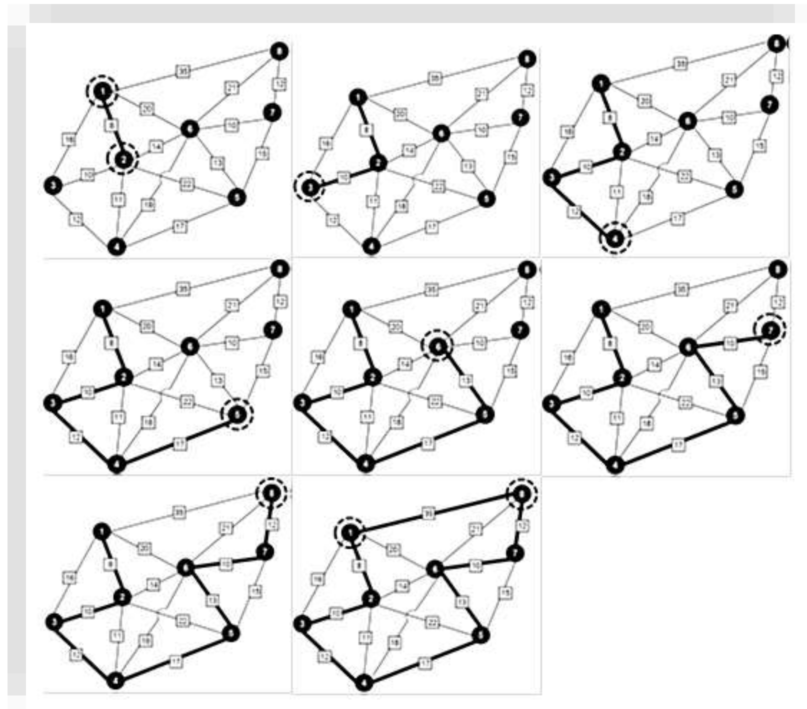


Figura 62: Resolución del problema de la Figura 58 por el método del vecino más próximo. Nótese como se comienza por el almacén (nodo 1) y se va incorporando el nodo más cercano en cada paso. *(Introdução ao problema do Caixeiro Viajante, 2011; Carvalho, R.)*

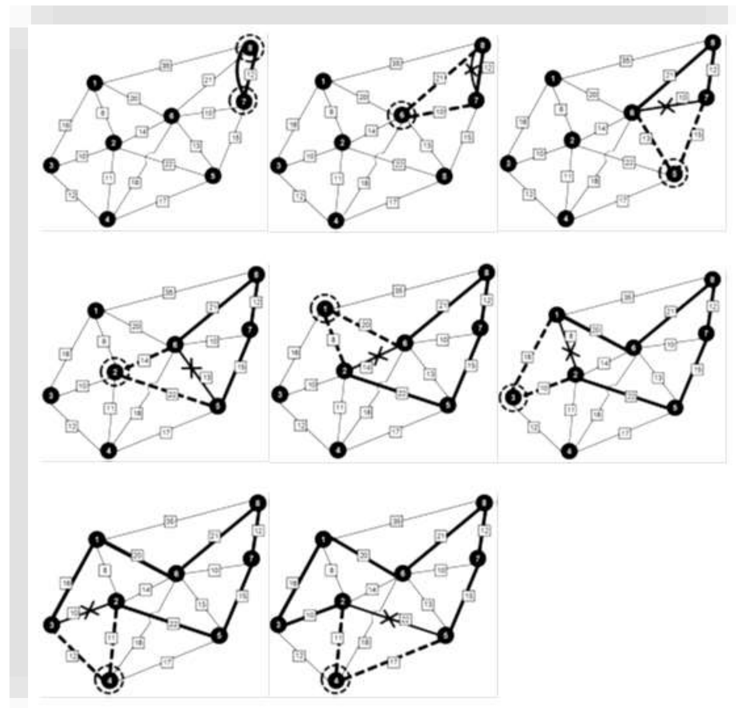


Figura 63: Resolución del problema de la Figura 58 por el método de la inserción más próxima. Aquí se toma aleatoriamente como inicio la conexión de los nodos 7-8 y se añade el más próximo a cualquiera de ellos, que en este caso es el nodo 6. (Introdução ao problema do Caixeiro Viajante, 2011; Carvalho, R.)

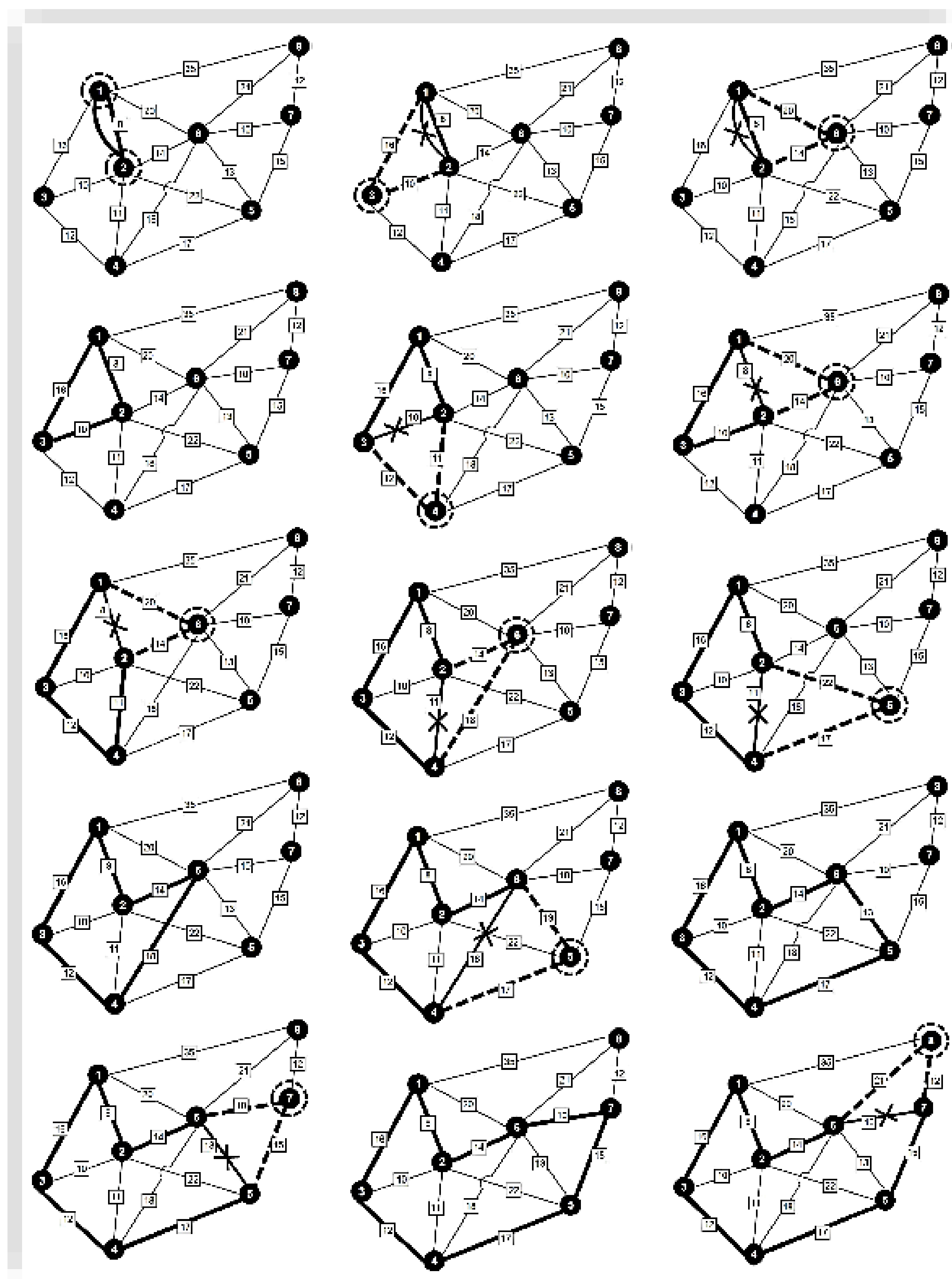


Figura 64: Resolución del problema de la Figura 58 por el método de la inserción de menor coste. Obsérvese como se tantean las posibles soluciones en cada iteración: así, por ejemplo, en el primer paso, el coste de inserción del nodo 3 es 10+16-8=18, mientras que el del nodo 6 es 14+20-8=26, por lo que se añade al circuito inicial 1-2 el nodo 3. (Introdução ao problema do Caixeiro Viajante, 2011; Carvalho, R.)

iii ***Métodos heurísticos de mejora:***

Son utilizados para mejorar la ruta obtenida por otros métodos constructivos, como los descritos anteriormente. El algoritmo más popular es el propuesto originalmente por Lin (1965):

- Intercambio de arcos *r-óptima*: tiene como principio que, si de una ruta se eliminaran r arcos no consecutivos, entonces se crean r cadenas no conectadas entre sí que pueden conectarse de forma diferente a como estaban originalmente. Si con la nueva conexión se consigue un ahorro de coste:

$$\Delta c = (c_{ik} + c_{pj}) - (c_{ij} + c_{kp}) < 0$$

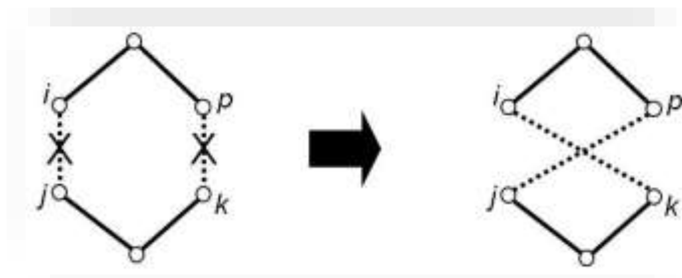


Figura 65: Esquema de conexión alternativa al eliminar 2 arcos cualesquiera no adyacentes (Introdução ao problema do Caixeiro Viajante, 2011; Carvalho, R.)

Entonces el nuevo circuito pasará a ser la nueva solución provisional hasta que se realicen todas las alternativas posibles de eliminación y reconstrucción de r arcos y se escoja la mejor opción. Una vez reconstruido el nuevo circuito se vuelven a analizar todas las opciones posibles de intercambio de arcos y de nuevo se rediseña la ruta con la mejor alternativa. Y así sucesivamente hasta que el circuito ya no se pueda mejorar más, o lo que es lo mismo, que no exista ninguna alternativa intercambiando r arcos en la que exista ahorro ($\Delta c < 0$) [ver ejemplo de la Figura 66].

Cabe notar que el número de combinaciones posibles de interconectar las cadenas aisladas se dispara con el número r de arcos que se pretenda eliminar tal que $(r-1)! \cdot 2^{r-1}$ y el número de operaciones a realizar es del orden de r en función de la cantidad n de nodos del circuito. Así, por ejemplo, para r=2 existen 2 formas de combinar las cadenas y n^2 soluciones a estudiar; mientras que con r=3 hay 8 formas de combinación y $\frac{4}{3} \cdot n^3$ verificaciones a realizar. Sin embargo, experimentalmente se ha demostrado

que encontrando la solución *3-optimal* (r=3) el desvío medio sobre el óptimo es de 1,3 %, lo que es muy aceptable.

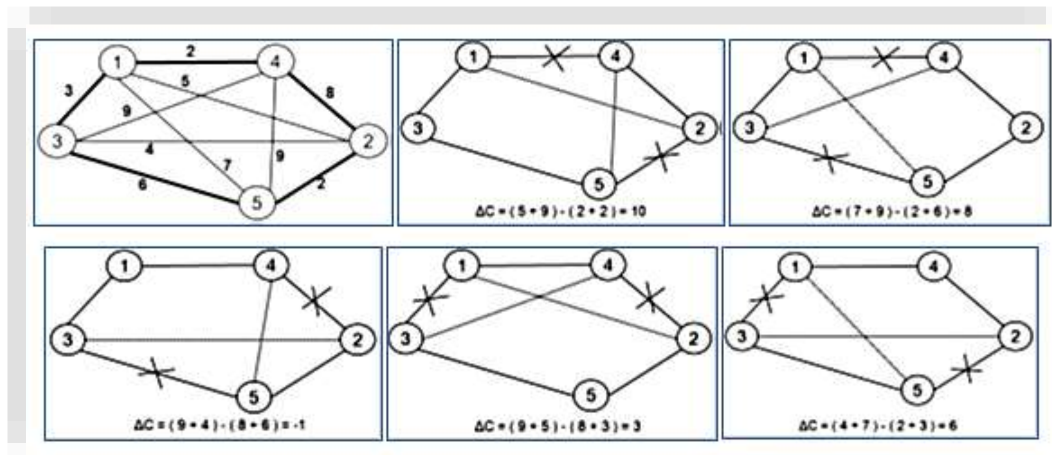


Figura 66: Ejemplo de búsqueda de una mejor alternativa del circuito inicial (arriba a la izquierda) a través del intercambio de 2 arcos. Apréciese que hay una opción en la que se produce un ahorro ($\Delta c < 0$), por lo que el circuito 1-4-2-5-3 pasará provisionalmente al 1-4-5-2-3, realizando con este último de nuevo las mismas operaciones, y así sucesivamente, hasta que no se encuentre ninguna alternativa donde $\Delta c < 0$. (Introdução ao problema do Caixeiro Viajante, 2011; Carvalho, R.)

- <u>Procedimiento ALGO IV (r)</u>: se basa en aislar r nodos y volver a integrarlos en el circuito sustituyendo las conexiones necesarias. Previamente debe haberse constituido una ruta de forma aleatoria o por algún método constructivo.

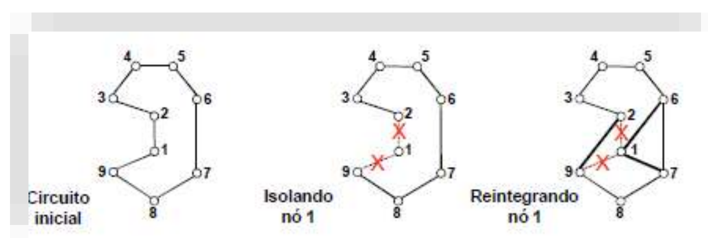


Figura 67: Ejemplo de procedimiento ALGO IV con r=1, donde en este caso trata de buscarse una mejor solución aislando el nodo 1. *(apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*

iv *Métodos meta-heurísticos:*

Son métodos heurísticos complejos y sofisticados que aplican procedimientos generales adaptados a un problema combinatorio en particular. Suponen un esfuerzo computacional considerable, si bien es viable (no como los métodos exactos) y producen típicamente soluciones de mejor calidad, óptimas o próximas a la óptima, que los

métodos heurísticos, los cuales son susceptibles de estancarse en óptimos locales. Los más señalados son:

- Búsqueda tabú: se basa en almacenar las soluciones encontradas e ir buscando otras nuevas sin recurrir a éstas, al menos hasta que no estén suficientemente lejos en el tiempo. Para ello, se crea una “lista tabú” de longitud l máxima, que cuando es demasiado larga, se borran los registros más viejos. Así, por ejemplo, si se encuentra una solución mejor por la que se elimina el nodo A y se añaden los nodos B y C, estos 3 nodos se añaden a la lista tabú y no se puede considerar eliminarlos o añadirlos por el momento mientras se realizan nuevas pesquisas. *(Essentials of Metaheuristics, 2009; Luke, S.).*
- Recocido simulado (*Simulated annealing*): en primer lugar, debe tenerse un circuito inicial para, posteriormente, realizar perturbaciones aleatorias [ver Figura 68] con las que se pretende buscar una mejor solución. La nueva solución encontrada en cada iteración j se aceptará si disminuye el coste o en función de la probabilidad de aceptación p_j:

$$p_j = \min\left\{1, e^{-(c_{j+1}-c_j)/T_j}\right\}$$

Donde c es el coste en la respectiva iteración y T_j es un parámetro denominado “temperatura” que depende del número total de iteraciones realizadas.

Este método está inspirado en el proceso físico de recocido, cristalización de metales por enfriamiento lento.

Inversión:	Antes:	OABCDEFGHIJO
	Después:	OABCDJIHGFEO
Traslado:	Antes:	OABCDEFGHIJO
	Después:	OABDEFGHICJO
Intercambio:	Antes:	Ruta1: OABCDEFGHIJO
		Ruta2: OabcdefghijO
	Después:	Ruta1: OABCDbcdefIJO
		Ruta2: OaghEFGHijO

Figura 68: Tipos de perturbaciones para la meta-heurística del recocido simulado, donde O es el origen y el resto de letras representan la sucesión de nodos. *(Optimización de rutas de vehículos de recogida de basuras mediante recocido simulado, 1990; Robusté et al.)*

- Colonia de hormigas: inspirado en cómo las hormigas que encuentran una fuente de alimento dejan un rastro (feromonas) para que las demás puedan seguir el camino;

en el caso de encontrar la mejor ruta de distribución de mercancías, el símil sería el de "lanzar" una colonia de m hormigas, en el que cada hormiga k representa una solución y la probabilidad p_{ij}^{k} de que tal hormiga vaya del nodo i al nodo j viene en función de la intensidad de feromona τ_{ij} en tal recorrido, o sea:

$$p_{ij}^{k}(t) = \frac{\left[\tau_{ij}(t)\right]^{\alpha} \cdot [\eta_{ij}]^{\beta}}{\sum_{l \epsilon N_i^k} [\tau_{il}(t)]^{\alpha} \cdot [\eta_{lj}]^{\beta}} \quad con\ j \epsilon N_i^k$$

Donde t es el número de iteración y η_{ij} es la información heurística, que para el caso del TSP es la inversa de la distancia entre i y j. N_i^k es el conjunto de nodos aún no visitados por k y α y β so parámetros de ajuste.

Después de que se hayan compuesto las m soluciones, se actualiza τ_{ij} tal que:

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-\rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}^{best}$$

$$\Delta\tau_{ij}^{best} = \begin{cases} 1/L^{best} & si\ el\ arco\ (i,j)\ pertenece\ a\ T^{best} \\ 0 & en\ caso\ contrario \end{cases}$$

Donde ρ es el coeficiente de evaporación de la feromona y T^{best} es la mejor solución encontrada hasta el momento, cuya longitud es L^{best}. La feromona se inicia en todos los casos con τ_{max} y se le obliga a permanecer en un rango $[\tau_{min}, \tau_{max}]$ para evitar el estancamiento en la búsqueda de soluciones.

- Algoritmos genéticos: tratan de imitar los procesos naturales de evolución donde, partiendo de una población de soluciones potenciales, se evalúan las mejores a partir de las cuales se crean otras nuevas (descendientes). Para dicha creación existen básicamente 2 técnicas con varias variantes cada una: la mutación, por la cual se crea un nuevo individuo realizando un cambio en un progenitor; y cruce, que combina partes de varios progenitores.

a.2.- VRP (vehicle routing problem): Problema de diseño de ruta de vehículos

Caso de distribución multipunto con varios vehículos desde un único origen. Se presupone conocida la distribución de los clientes y la cantidad y capacidad de los vehículos. Las rutas parten y llegan al origen.

i *Métodos exactos:*

Presentan, al igual que con el TSP, alta limitación práctica, por lo que son mucho más usados los métodos heurísticos que se describen más adelante. De nuevo, los tipos de métodos exactos pueden dividirse en 3 grupos:

- Programación entera lineal
- Programación dinámica
- Métodos enumerativos: donde otra vez el más llamativo es el método *Branch-and-bound*, el cual precisa de acotaciones que pueden obtenerse a través de la resolución de problemas de asignación, intentando siempre eliminar sub-circuitos.

ii ***Métodos heurísticos:***

Las técnicas más destacables basadas en reglas empíricas y en la experiencia, de utilidad práctica, pueden agruparse en *cluster first-route second* (agrupar primero y diseñar las rutas después) o *route first- cluster second* (diseñar la ruta primero y agrupar después). A continuación, se explican 2 métodos pertenecientes al primer grupo y otro perteneciente al segundo:

- Método de barrido/ Algoritmo *Sweep* (Gillet & Miller): pertenece a los del tipo *cluster first-route second*. Consiste en seleccionar el cliente i aún no servido con menor ángulo θ_i según coordenadas polares (r_i, θ_i) con origen en el almacén $(r_1 = 0)$ e ir incorporando aquellos otros clientes aún no servidos con menor ángulo hasta agotar la capacidad del vehículo. Proceder de esta manera hasta tener definidos todos los sectores circulares con los correspondientes clientes en cada uno de ellos. De esta manera el problema queda reducido a varios problemas del tipo TSP.

  Cabe señalar que la solución así obtenida no es óptima y depende del cliente de referencia $(\theta_2 = 0)$ a partir del cual se empieza a "barrer", por lo que, en ciertos casos, no es recomendable usar este método.
- Algoritmo de Fisher & Jaikumar: también es del tipo *cluster first-route second* y se basa en escoger m clientes para ser semillas de rutas y asignarle un vehículo a cada una de ellas. Después, para cada cliente i y ruta k, calcular el coste de inserción d_{ik} relativo a la semilla y:

$$minimizar \quad Z = \sum_i \sum_k d_{ik} \cdot y_{ik}$$

Donde:

$$y_k = \begin{cases} 1 & si\ el\ cliente\ i\ es\ asignado\ al\ conjunto\ de\ k \\ 0 & en\ caso\ contrario \end{cases}$$

El problema está sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum_{k} y_{ik} = \begin{cases} 1 & para\ i = 2,3, \dots n \\ m & para\ i = 1 \end{cases}$$

$$\sum_{i} q_i \cdot y_{ik} \leq Q_k \quad con\ k = 1,2, \dots .m$$

$$y_{ik} \epsilon \{0,1\}$$

Siendo

$q_i = demanda\ del\ cliente\ i$

$Q_k = capacidad\ del\ vehículo\ k$

Finalmente, sólo hay que resolver los problemas simplificados TSP para cada conjunto (cluster).

- Algoritmo de los ahorros (*savings*)/ algoritmo de Clarke & Wright: es una heurística constructiva, de enfoque integral o del tipo *route first- cluster second*. En primer lugar, hay que calcular los ahorros para cada par de nodos i y j como:

$$s_{ij} = c_{io} + c_{oj} - c_{ij}$$

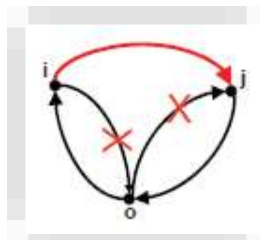


Figura 69: Esquema del cálculo de ahorro entre un par de nodos, con referencia al origen O y donde c es el coste del transporte entre los puntos correspondientes. *(apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*

Después se ordenan dichos ahorros en orden decreciente y se inicia la ruta conectando aquellos clientes con mayores ahorros (*savings*). Se prosigue identificando el primer arco de la lista factible de extenderse por alguno de sus extremos sin perjuicio de las restricciones impuestas (capacidad o número de vehículos, distancia máxima por ruta, etc.). Cuando la ruta no pueda extenderse más, comenzar una nueva empezando por el siguiente arco factible de la lista y así hasta que no se puedan escoger más arcos [ver ejemplo de la Figura 70].

No obstante, este método tiene como principal inconveniente el hecho de que tiende a favorecer las ligaciones periféricas, por lo que existen ciertas correcciones para atraer más las conexiones radiales. Una de estas correcciones se basa en calcular los *savings* como:

$$\lambda_{ij} = s_{ij} \cdot (\bar{d} + |d_{Oi} - d_{Oj}| - d_{ij})$$

Donde s_{ij} es el ahorro o *saving* entre i y j; $\bar{d}$ es la media ponderada de las distancias (o costes) entre el origen O y cada uno de los clientes; y d_{Oi}, d_{Oj}, d_{ij} son las distancias entre los respectivos nodos O, i y j, en cada caso.

Cliente	Carga	Dep.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	23	26	72	54	21	50	51	39	27	34
2	5	47	-	88	43	13	65	75	49	52	60
3	6,5	51	-	-	70	90	22	17	107	52	57
4	2,2	59	-	-	-	70	52	79	89	65	76
5	1,7	44	-	-	-	-	68	71	36	48	54
6	1,5	33	-	-	-	-	-	43	87	35	43
7	2,8	28	-	-	-	-	-	-	76	24	21
8	1	55	-	-	-	-	-	-	-	55	54
9	3,7	6	-	-	-	-	-	-	-	-	11
10	1,5	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	44	2	28	46	6	10	39	2	6
2	-	10	63	78	15	0	53	1	4
3	-	-	40	5	61	62	0	5	11
4	-	-	-	49	40	8	35	0	0
5	-	-	-	-	19	1	63	2	7
6	-	-	-	-	-	18	1	4	7
7	-	-	-	-	-	-	62	10	34
8	-	-	-	-	-	-	-	7	18
9	-	-	-	-	-	-	-	-	12

Conexión	"Savings"	Ruta	Distancia	Carga
2,5	78	D-2-5-D	47+13+44=104	5+1,7=6,7
2,4	63	D-4-2-5-D	59+43+13+44=159	6,7+2,2=8,9
5,8	63	D-4-2-5-8-D	59+43+13+36+55=206 → Restricción distancia	
~~3,7~~	62	Ningún nodo en la ruta en construcción		
~~7,8~~	62	Ningún nodo en la ruta en construcción		
~~3,6~~	61	Ningún nodo en la ruta en construcción		
~~2,8~~	53	Nodo 2 es interior y no del extremo de la ruta en construcción		
~~4,5~~	49	Nodos ya incluidos en la ruta		
1,5	46	D-4-2-5-1-D		8,9 + 2 = 10,9
~~1,2~~	44	Nodo 2 es interior y no del extremo de la ruta en construcción		
4,6	40	D-6-4-2-5-D		8,9 + 1,5 = 10,4
3,4	40	D-3-4-2-5-D		8,9 + 6,5 = 15,4
~~4,8~~	39	Ningún nodo en la ruta en construcción		
~~7,10~~	34	Ningún nodo en la ruta en construcción		
1,4	28	D-1-4-2-5-D		8,9 + 2 = 10,9
4,8	25	D-8-4-2-5-D	55+89+43+13+44=244 → Restricción distancia	
5,6	19	Sólo el cliente 8 podía ser incluido en la ruta por la cantidad de carga, pero al ver que la restricción de distancia no lo permite, la ruta 1 queda cerrada.		
6,7	18			

Figura 70: Ejemplo de definición de primera ruta por el método de los savings. La primera tabla muestra la distancia entre clientes y con el depósito/almacén, así como las cargas a entregar/recoger en cada uno de ellos. La segunda tabla muestra el cálculo de los *savings*/ahorros y la tercera tabla la lista ordenada por pares de clientes. Las restricciones de este problema son: capacidad máxima de los vehículos 10 t, y distancia máxima que pueden recorrer por ruta 200 km. En esta primera fase la ruta 1 final sería D-4-2-5-D y la ruta 2 se comenzaría por el par 3-7, ya que es el primero de la lista donde los clientes no han sido ya servidos. *(Adaptado de los apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*

iii ***Métodos meta-heurísticos:***

Para el problema VRP pueden aplicarse los mismos métodos meta-heurísticos descritos para el problema TSP, sin más que haciendo ciertas consideraciones para algunos de ellos:

- Recocido simulado modificado: este método es una variante del recocido simulado para resolver problemas en los que la demanda de los clientes sea heterogénea y la capacidad de los vehículos limitada. Pensado inicialmente para resolver el problema de recogida de basuras, el algoritmo incluye como restricciones la no superación de la capacidad de los vehículos en cada ruta, la no superación de la jornada de trabajo, la posibilidad de que haya puntos con mayor carga que la capacidad del vehículo y que un vehículo pueda realizar más de una ruta. La forma de proceder incluye las mismas perturbaciones del método clásico más la perturbación de cambio de asignación del vehículo.
- Recocido simulado modificado e interrumpido: un inconveniente del recocido simulado modificado es la difícil determinación de una solución inicial de la cual partir, por lo que para ello se ha inventado este otro método, derivado del primero, en el que sólo se restringe la capacidad de los vehículos y se busca una función objetivo expresada en función de los excesos de tiempos sobre la jornada laboral necesarios. Después, teniendo la solución inicial, se comienzan con las perturbaciones y restricciones habituales.

- **VPR con ventanas temporales (*Time Windows*)**: es el caso en el que el cliente establece una franja horaria para ser atendido, la cual se asume conocida. De esta forma, existe una restricción más que añadir, cuanto impositiva como los siguientes indicadores sugieran:

$$I_1 = \frac{\overline{(l_i - e_i)}}{\overline{(t_{ij} + S_i)}} \qquad I_2 = \frac{\overline{(l_i - e_i)}}{H}$$

Donde

$l_i = instante\ más\ tarde\ de\ inicio\ del\ servicio\ al\ cliente\ i$

$e_i = instante\ más\ temprano\ de\ inicio\ del\ servicio\ al\ cliente\ i$

$H = horizonte\ temporal = \max_i\{l_i\} - \min_i\{e_i\}$

$t_{ij} = tiempo\ de\ viaje\ entre\ los\ clientes\ i\ y\ j$

$S_i = tiempo\ de\ servicio\ en\ el\ cliente\ i$

Entonces, con base en la experiencia, si:

$$0 \leq I_1 \leq 2 \Longrightarrow los\ aspectos\ temporales\ dominan\ sobre\ los\ espaciales$$

$$I_1\ elevado \Longrightarrow problema\ casi\ puramente\ espacial$$

$$0 \leq I_2 \leq 1 \rightarrow un\ valor\ cerca\ de\ 0\ indica\ que\ el\ problema\ es\ muy\ rígido\ en\ cuanto\ a\ la\ agenda, mientras\ que\ un\ valor\ cerca\ de\ 1 \text{ indica que las ventanas } temporales\ son\ muy\ parecidas\ y\ el\ problema\ pasa\ a\ ser\ puramente\ espacial\ dentro\ del\ horizonte\ temporal\ H.$$

iv ***Métodos heurísticos constructivos:***

Existen 2 formas comunes de resolver este problema:

- Heurística constructiva basada en el concepto de vecino más próximo: consiste en iniciar la ruta por un cliente i aún no servido y asignarle un vehículo. Después se identifica el cliente j más próximo a i, que no incumpla las restricciones, y así sucesivamente hasta completar el conjunto de clientes final. Para acabar, establecer/mejorar la ruta con los clientes agrupados (*clusters*).

Cabe mencionar que el concepto de proximidad debe incluir aspectos tanto espaciales como temporales. Así, por ejemplo, una forma de medirla podría ser:

$$p_{ij} = \alpha_1 \cdot t_{ij} + +\alpha_2 \cdot \left[\max\{e_j, D_i + t_{ij}\} - D_i\right] + +\alpha_3 \cdot \left[l_j - (D_i + t_{ij})\right]$$

Siendo las nuevas variables no definidas anteriormente son:

$$D_i = instante\ de\ salida\ de\ i\ tras\ haberlo\ servido$$

$$\alpha_1 = peso\ asignado\ al\ alejamiento\ espacial$$

$$\alpha_2 = peso\ asignado\ al\ alejamiento\ temporal$$

$$\alpha_3 = peso\ asignado\ a\ la\ holgura\ o\ urgencia$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$$

Por otro lado, si se resuelven las rutas para los clientes agrupados por el Métodos de los ahorros, para evitar la ligación de clientes con ventanas temporales muy separadas en el tiempo, puede ser útil penalizar los tiempos de espera, tal que, por ejemplo:

$$S'_{ij} = S_{ij} - \alpha \cdot \left[\max\{e_j, D_i + t_{ij}\} - D_i\right]$$

Donde S_{ij} es el ahorro o *saving* para el par de clientes i-j.

- Heurística de Solomon: es una heurística de inserción de nuevos clientes en rutas, que busca minimizar la media ponderada de los incrementos de distancia y tiempo

resultantes de esa inclusión. Dicho coste de inserción de k entre i y j puede expresarse como:

$$c_1(i,k,j) = \alpha_1 \cdot c_{11}(i,k,j) + \alpha_2 \cdot c_{12}(i,k,j)$$

con

$$c_{11}(i,k,j) = d_{ik} + d_{ki} - \mu \cdot d_{ij}$$

$$c_{12}(i,k,j) = b_{jk} - b_j$$

Y el factor de selección será el que dé mayor valor de:

$$c_2 = \lambda \cdot d_{ik} - c_1(i,k,j)$$

Siendo

$\mu \geq 0, \lambda$ *factores para variar soluciones generadas por la heurística*

$b_j =$ *instante de inicio del servicio en j*

$b_{jk} =$ *nuevo instante de inicio del servicio en j tras la inserción de k*

$\alpha_1, \alpha_2 =$ *pesos correspondientes a* c_{11} *y a* c_{12}*, relativos a la importancia de los aspectos espaciales y temporales, respectivamente.*

Este método tiene como inconveniente que las soluciones finales dependen mucho del primer cliente escogido para iniciar las rutas. Por ello, es recomendable empezar por el cliente más distante o por aquel cuya hora de cierre sea la más temprana de todas.

- ***Métodos heurísticos de mejora:***

  El más destacado es:

- Intercambio de arcos *r-óptima*: se basa en la misma técnica ya vista para el caso del TSP, aunque aquí es preciso verificar la viabilidad de cada intercambio de arcos respecto a las ventanas temporales. Además, los tiempos de llegada y partida de un cliente varían cuando se inserta un conjunto de clientes entre 2 de la cadena original y/o se invierte el sentido de la ruta.

a.3.- PVRP (Periodic Vehicle Routing Problem): Problema de diseño de rutas periódicas de vehículos

Caso de un origen, varios vehículos y distinta frecuencia de visita a los clientes. Se suponen los mismos datos conocidos que el resto de casos más aquellos relativos a la distribución temporal de servicio a los clientes, fruto del cálculo óptimo de visitas y acuerdos previos.

i *Métodos heurísticos:*

Este tipo de problema es abordado tradicionalmente por heurísticas. Las metodologías más simples son:

- Atribuir las visitas a un periodo dado del horizonte temporal y después definir las rutas para cada periodo, resolviendo los correspondientes VPR. Como inconveniente aparece que las soluciones dependen de las asignaciones adoptadas, pudiendo perjudicar el óptimo de la solución global.
- Primero, establecer las rutas habiendo creado previamente tantos clientes ficticios como número de visitas por unidad de tiempo se decida. Después, asignar las rutas a los distintos periodos de tiempo intentando preservar patrones de visita deseables, como no visitar días consecutivos a un mismo cliente con por ejemplo 2 visitas necesarias a la semana. Como gran inconveniente está la difícil o imposible asignación con patrones de visita deseables en la segunda fase.

a.4.- MD VRP (Multi-depot vehicle routing problem): Problema de diseño de rutas de vehículos multi-depósito (con varios orígenes/almacenes)

Caso de varios orígenes y varios vehículos. Se supone conocida la distribución espacial y temporal de todos los clientes y orígenes.

Este problema ha sido estudiado recientemente y no se reconocen métodos de resolución tradicionales, pero sí gran cantidad de propuestas con métodos heurísticos y meta-heurísticos. A continuación se citan algunos de ellos sin más que mencionar en qué se basan, sin entrar a explicarlos, ya que no es objeto de este proyecto de investigación *(2015; Surekha, P.)*:

i ***Métodos heurísticos:***

- Del tipo *cluster first, route second*: un método es el propuesto por *Giosa (2002)*, el cual desarrolla técnicas de determinísticas, estocásticas y de recocido simulado para mejorar la solución e términos de mínimo tiempo de entrega.
- Heurística basada en programación entera: *Gulczynski, Golden & Wasil (2011)* proponen un método para reducir la distancia recorrida permitiendo entregas fraccionadas entre vehículos asociados al mismo almacén y vehículos asociados a otros almacenes *(A literature review on the vehicle routing problem with multiple depots, 2012; Montoya-Torres, J.R. et al.).*

ii ***Métodos meta-heurísticos:***

- Búsqueda tabú: *Creviera et al. (2007)* propone una heurística combinando la búsqueda tabú con programación entera y asumiendo que los vehículos pueden ser repuestos en cualquiera de los almacenes intermedios en la ruta.
- Recocido simulado: uno propuesto por *Wu et al. (2002)* se basa en la heurística ya vista en el VPR simple, en el que divide el problema en dos (problema de localización-distribución y problema general VPR) y es resuelto secuencialmente por iteraciones.
- Colonia de hormigas: dividiendo el problema en 2 sub-problemas; en el primero de ellos, el sub-problema D-H, se busca la solución óptima general, mientras que, en el segundo, sub-problema D-H-P, se parte de la solución encontrada en el primer sub-problema para intentar mejorarla introduciendo la posibilidad de hacer *peddling*.
- Algoritmos genéticos: por *Haghani and Jung (2005)*, su método evalúa el algoritmo genético comparando sus resultados con soluciones exactas con acotaciones generadas aleatoriamente.

  Jeon et al. (2007) propone un algoritmo genético híbrido (HGA[41]), el cual ha sido desarrollado posteriormente por otros autores, donde se parte de una solución inicial y después se procede a las mutaciones. Dependiendo de cómo se genere la solución inicial, se tienen dos sub-problemas: uno en el que la primera solución se crea aleatoriamente (HGA1) y otro (HGA2) que parte de los conceptos de la heurística de los *Savings* de *Clarke & Wright* y la del vecino más próximo.
- Enjambre artificial de abejas (*Artificial Bee Colony –ABC-)*: *Karaboga (2005)*, propone un método inspirado en el comportamiento de las abejas que viven en comunidad.

[41] Acrónimo de *Hybrid Genetic Algorithm*

En primer lugar, se encuentran las abejas obreras, las cuales buscan zonas de concentración de néctar y, al localizarlas, las memorizan. Después, las abejas observadoras eligen la fuente de alimento en función de lo que les indiquen las obreras a través de una danza. Finalmente, la obrera cuya fuente de alimento no ha sido elegida se convierte en exploradora y buscan nuevas fuentes aleatoriamente. Dicha analogía se traduce en un método que equilibra los procesos de explotación con las de exploración.

Otro problema totalmente aparte de diseño de rutas de vehículo es el Problema del Cartero Chino, basado en la construcción del recorrido de los vehículos a partir de los arcos y no de los nodos, como en los casos anteriores.

a.5.- **Problema del cartero chino:**

"Consiste en encontrar el conjunto de caminos entre parejas de nodos asimétricos (definidos como aquéllos en donde la cantidad de arcos entrantes es distinta a la cantidad de arcos salientes), cuya distancia total es menor" *(Logística del transporte, 2005; Robusté, F.)*.

Según el libro de texto "*Advancing Maths for AQA: Decision 1*" *(Pearson, D. & Bryant, V., 2n edition-2004)* un algoritmo para resolver este problema, probablemente el más sencillo y conocido, seguiría los siguientes pasos:

1- Identificar los nodos impares (asimétricos)
2- Para cado uno de estos nodos, identificar los arcos que los conectan y cuya suma de costes sea mínima.
3- Añadir un arco virtual para cada uno de dichos enlaces encontrados en el paso 2. De esta forma todos los nodos se vuelven de orden par (simétricos).
4- Encontrar la ruta euleriana, entendida ésta como aquella que pasa por todos los nodos, con coste mínimo, igual a la suma del coste de todos los arcos, incluido los virtuales.

Como notas, es bueno tener en cuenta que el número de posibles formas de parear los nodos impares depende de la cantidad de éstos (n) tal que:

$$(n-1)\cdot(n-3)\cdot(n-5)\cdot\ldots\cdot 1 \quad con\ n\ par$$

Además, el número de veces que la ruta pasa por un nodo es igual a la mitad del orden de éste, una vez pareados todos los nodos. La excepción recae sobre el nodo origen, desde el que se inicia y donde finaliza la ruta, en cuyo caso aumenta en una vez extra más.

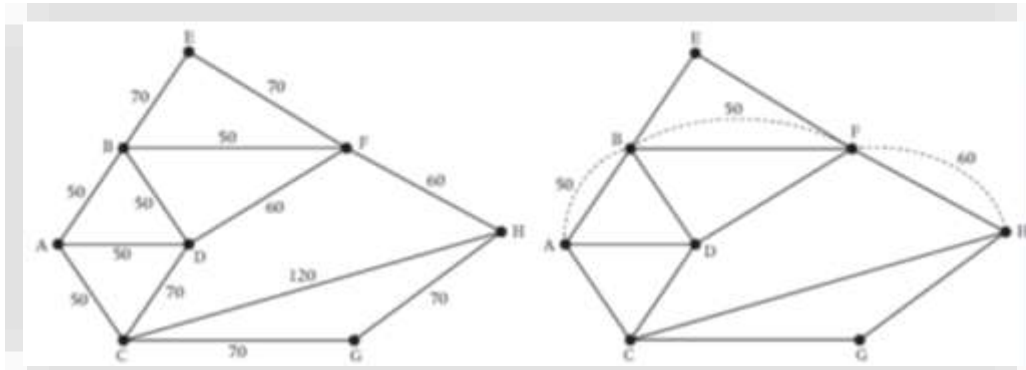


Figura 71: Ejemplo de resolución del Problema del Cartero Chino. En el grafo de la izquierda se muestra el problema original, mientras que en el de la derecha ya se han identificado los nodos impares (A y H) y se han trazado los arcos artificiales cuya suma de costes es mínima. Tras esto, sólo queda trazar una de las posibles rutas eulerianas: que por ejemplo puede ser ADCGHCABDFBEFHFBA. (*Advancing Maths for AQA: Decision 1, 2n edition-2004; Pearson, D. & Bryant, V.)*

b) OPTIMIZACIÓN DE CARGAS

En el sub-epígrafe a) de este mismo apartado, se han visto varios métodos de diseño de rutas de reparto/recogida de mercancías/residuos que buscan la optimización en términos de costes de transporte, usualmente proporcionales a la distancia, aunque también dependientes del tiempo. Este es el caso típico en el que los costes fijos son invariantes y, por ello, se pretenden minimizar los costes variables, como cuando se tiene la flota de vehículos preestablecida.

Si son los costes fijos los que prevalecen sobre los variables, el enfoque debe ser orientado hacia la minimización del número de vehículos, maximizando la utilización de los mismos. En tal caso, el objetivo central es el de diseñar las rutas de forma que se complete la capacidad del vehículo, o al menos quede próxima a ser completada; relegando la minoración de la distancia recorrida a un objetivo secundario, que será atendido sólo cuándo y en la medida de lo posible.

Un método de diseño es la **heurística de asignación de cargas a vehículos**, cuyo algoritmo puede dividirse en los siguientes pasos *(apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*:

1- Contrastar en una tabla ordenados en orden descendente los clientes a servir según sus cargas y los vehículos disponibles con sus capacidades (se debe cumplir que la carga de un cliente no supere la capacidad del vehículo y si esto ocurre, dividir ésta en vehículos completos y la restante seguiría las pautas de este algoritmo).
2- Asignar la primera carga no asociada a ningún vehículo al primer vehículo disponible de la lista cuya capacidad restante lo permita.
3- Continuar de esta forma hasta asignar todos los clientes a un vehículo.

Este método es poco eficiente y por ello **debe acompañarse de una heurística de mejora con perturbaciones**, donde la asignación no se haga al primer vehículo disponible, sino que se pruebe con los restantes. De esta forma se generan varias soluciones, de entre las cuales frecuentemente se encuentra el óptimo, que en el caso de vehículos de igual capacidad Q, el número k de estos vendrá dado por:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i}{Q} \qquad k \in \mathbb{N}$$

Donde q_i es la carga correspondiente al cliente i, de entre los n totales.

c) CÁLCULO DE NECESIDADES DE FLOTA PROPIA

Si se pretende establecer un equilibrio que minimice costes a la hora de disponer de flota propia de vehículos y otra de vehículos alquilados que atienda las fluctuaciones anuales de la demanda, tal como se muestra en la Figura 72 *(apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*:

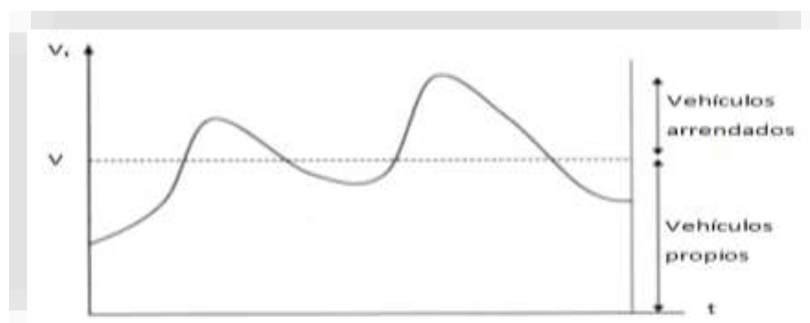


Figura 72: Representación de los vehículos necesarios V_t en cada instante a lo largo del tiempo, debido a la fluctuación de la demanda. La cantidad V representa el óptimo en términos de costes del número de vehículos propios; el resto, deberán ser arrendados para atender las necesidades puntuales. ***(Adaptado de los apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)***

Entonces habrá que optimizar la función:

$$C(v) = n \cdot c_F \cdot v + c_V \cdot \sum_{t=1}^{n} \min\{v_t, v\} + c_H \cdot \sum_{t:\ v_t > v} (v_t - v)$$

Donde el primer término representa los costes fijos de los vehículos propios, el segundo término los costes variables de éstos y el tercer término los costes anuales de alquiler. Siendo las variables que intervienen:

$n = número\ de\ periodos\ al\ cabo\ de\ un\ año\ (p.ej. 365\ días)$
$c_F = costes\ fijos\ de\ la\ flota\ propia\ por\ vehículo\ y\ periodo$
$v =$ número de vehículo en flota propia
$c_V = costes\ variables\ de\ la\ flota\ propia\ por\ vehículo\ y\ periodo$
$v_t = número\ de\ vehículos\ necesario\ en\ cada\ periodo\ (p.ej.\ cada\ día)$
$c_H = coste\ por\ vehículo\ alquilado\ y\ periodo\ (con\ c_H > c_F + c_V)$

El resultado es que el número de periodos óptimo m en los que se necesita alquilar vehículos (esto es v_t>v), que minimiza los costes totales anuales viene dado por:

$$m = n \cdot \frac{c_F}{c_H - c_V}$$

Lo cual significa que, si la empresa está alquilando durante más periodos que m, estará por debajo del óptimo en flota propia, mientras que, si está por encima, tendrá una flota de vehículos en propiedad sobredimensionada en términos de costes. El número óptimo de vehículos en flota propia será pues el que garantice dicho valor de m.

Por otro lado, un caso más complejo y realista, sería el de considerar costes de alquiler variables. Haciendo las siguientes suposiciones:

- Número, localización y demanda de cada uno de los clientes conocidos, con patrones de variación periódica estables para cada ciclo.
- Costes variables en vehículos alquilados normalmente mayores que en vehículos propios.

El coste total por ciclo vendrá dado por la expresión:

$$C = \sum_{i=1}^{p} (\alpha \cdot N + \beta \cdot d_i + \alpha' \cdot N_i' + \beta' \cdot d_i')$$

$$C = \alpha \cdot N \cdot p + \beta \cdot \sum_{i=1}^{p} d_i + \alpha' \cdot \sum_{i=1}^{p} N_i' + \beta' \cdot \sum_{i=1}^{p} d_i'$$

Donde:

$\alpha = coste\ fijo\ por\ vehículo\ y\ unidad\ de\ tiempo\ de\ la\ flota\ propia$

$\beta = coste\ variable\ (por\ km)\ para\ flota\ propia$

$\alpha' = coste\ fijo\ por\ vehículo\ y\ unidad\ de\ tiempo\ de\ la\ flota\ alquilada$

$\beta' = coste\ variable\ (por\ km)\ para\ flota\ alquilada$

$p = periodos\ de\ tiempo\ por\ ciclo$

$N = número\ de\ vehículos\ de\ la\ flota\ propia$

$N_i' = número\ de\ vehículos\ alquilados\ por\ periodo\ i$

$d_i = distancia\ recorrida\ por\ vehículos\ propios\ en\ el\ periodo\ i$

$d_i' = distancia\ recorrida\ por\ vehículos\ alquilados\ en\ el\ periodo\ i$

Para abordar este problema, considérese para cada periodo i:

$V_{1i} = número\ mínimo\ de\ vehículo\ para\ satisfacer\ a\ todos\ los\ clientes\ al\ que\ le\ corresponde\ una\ distancia\ total\ D_{1i}$

$V_{2i} = número\ de\ vehículo\ al\ que\ le\ corresponde\ una\ distancia\ total\ mínima\ D_{2i}$

Con esto, las soluciones razonables estarán comprendidas entre V_{1i}y V_{2i} y entre D_{1i} y D_{2i} para el número de vehículos y de distancia recorrida, respectivamente. Además, se contemplan 3 escenarios posibles:

1) Si $N < V_{1i}$entonces habrá que alquilar N_i' vehículos, cumpliéndose que $V_{1i} - N \leq N_i' \leq V_{2i} - N$
2) Si $V_{1i} \leq N \leq V_{2i}$ entonces habrá que alquilar vehículos si el número total de vehículos necesarios es mayor que el disponible en flota propia, es decir, si $V_i > N$
3) Si $N > V_{2i}$ entonces no es necesario alquilar vehículos

Para cada caso habrá que ensayar varios valores para N, evaluando el coste de cada solución y seleccionando aquella de menor cuantía en todo el ciclo, estando N siempre entre:

$$\min_i\{V_{1i}\} \leq N \leq \max_i\{V_{2i}\}$$

Por último, como regla general para asignar las rutas, para cada periodo se calculará cuando proceda el número de vehículos que es necesario alquilar $N_i' = V_i - N$ y se asignarán a éstos las rutas con menor recorrido, ya que habitualmente $\beta' > \beta$.

d) VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA EXTERNALIZACIÓN

Algunas de las principales **ventajas** para empresa que externaliza la distribución física hacia terceros son *(apuntes de "Transporte de Mercadorias e Logística", asignatura del Mestrado Integrado em Engenharia Civil; Universidade de Lisboa; 2013)*:

- Focalización de la organización en sus competencias básicas (*core business*)
- Conversión de la inversión con reducción del riesgo asociado a la propiedad de vehículos, instalaciones, etc.
- Permite al operador contratado ahorrar costes debido a su especialización, ya que poseerá mayor eficiencia operacional y capacidad de prestar un mejor servicio a los clientes, además de utilizar técnicas como la economía de escala que en definitiva se puede reflejar en precios más bajos para la empresa.
- Mejor cobertura geográfica y flexibilidad de respuesta ante las variaciones de mercado y del nivel de actividad.
- En muchos casos, como en los de entregas de pequeñas cantidades con alta frecuencia, la externalización es la única solución viable debido a la consolidación de la carga de varios clientes que el operador contratado puede llevar a cabo.

Por contraposición, algunas de las **desventajas** más destacables serían:

- Pérdida de contacto directo con los clientes y consecuente dificultad de conocer los requisitos de estos y poder desempeñar tácticas de *marketing*.
- Dependencia de terceros y menor control de las operaciones y servicio a los clientes, así como pérdida de capacidad de acometer situaciones singulares o urgentes.
- Reducción de posibilidades de utilizar las capacidades logísticas como ventaja competitiva.
- En ocasiones, gestión menos eficaz de los niveles de *stock* por dificultad de integración de las funciones logísticas.

Finalmente, mencionar que la **tendencia actual** se encamina hacia soluciones mixtas, donde entregas puntuales a largas distancias y cantidades elevadas son llevadas a cabo por medios propios mientras que, en el caso de envíos frecuentes, a clientes cercanos y cantidades reducidas se externalizan a terceros.

3.11. Marco regulador en los distintos niveles

3.11.1. Generalidades

Los instrumentos de la política de transportes poseen diversas formas de intervención. A saber *(apuntes de "Planificación y Explotación del Transporte y Tráfico", asignatura obligatoria de 4º curso, plan 2002; ETSICCP Granada)*:

- **Sobre las infraestructuras**
  - Planificación, construcción y forma de financiación de las infraestructuras
  - Normativa técnica de las infraestructuras
  - Formas de gestión y mantenimiento
  - Reglamentación de su uso
  - Tarificación por su uso
- **Sobre el material móvil**
  - Normas técnicas sobre fabricación
  - Normas técnicas sobre revisión
  - Normas sobre importación y exportación
  - Normas sobre arrendamiento (*leasing)*
  - Subvenciones para adquisición
  - Subvenciones para desguace
- **Sobre la organización**
  - Ordenación del sector
  - Coordinación entre sectores
  - Tarificación obligatoria (p. ej.: servicios de transporte público)
  - Financiación de los servicios
  - Gestión directa de los servicios
  - Normas laborales (p. ej.: horas de conducción, edad de jubilación)
  - Normas fiscales (p. ej.: impuestos)

También es habitual la ordenación de los modos de transporte a través de la forma de acceso a la profesión y al mercado, la manera en que se prestan los servicios y los sistemas de inspección y control; así como la coordinación entre los distintos modos.

Los **poderes legislativos** que regulan el sector del transporte suelen dividirse en 4 niveles entre los países más desarrollados. Estos son:

- Supranacional o comunitario
- Nacional
- Regional
- Metropolitano / municipal

Cada uno de ellos tiene competencias limitadas. Así, por ejemplo, en España, las políticas en materia de transportes vendrían impuestas por la administración de la Unión Europea, las agencias internacionales con las que tenga convenio, el Estado, la comunidad autónoma correspondiente en cada caso y, en ocasiones, los municipios. Las asociaciones no pueden dictar leyes, pero sí tienen representación en las instituciones, por la que pueden influir sobre aquellas.

Tanto los organismos implicados como el compendio de los principales textos normativos relacionados en las distintas escalas con la ciudad objeto de este Proyecto, o sea Granada, quedan enumerados en el ANEXO 1.

3.11.2. Notas sobre legislación

a) LEGISLACIÓN EUROPEA

En materia de normativa europea, existe una gran cantidad de textos en vigor, de destacar aquellos aglutinados dentro de las temáticas de unión aduanera y libre circulación de mercancías y política de transportes. Sin embargo, tanto dichos textos como las demás leyes, decretos, etc. que se han redactado y continúan redactándose y que afectan al transporte, están supeditadas a las premisas formuladas por los llamados Libro Verde y Libro Blanco del transporte.

"Los Libros Verdes son documentos publicados por la Comisión Europea cuyo objetivo es estimular una reflexión a nivel europeo sobre un tema concreto. En ellos se invita a las partes interesadas (organismos y particulares) a participar en un proceso de consulta y debate sobre las propuestas que presentan". "Los Libros Verdes pueden dar origen a novedades legislativas que se reflejan en Libros Blancos". Estos últimos "contienen propuestas de acción de la UE en un campo específico" y cuando "son acogidos favorablemente por el Consejo de la UE, pueden dar lugar a programas de acción de la Unión en el ámbito tratado" (*sitio web oficial de la comisión europea: http://ec.europa.eu*).

a.1.- Libro Verde

Los 2 últimos Libros Verdes que la Comisión Europea ha publicado sobre el transporte están enfocados “hacia una nueva cultura de la movilidad urbana” (2007) y “hacia una red transeuropea de transporte mejor integrada al servicio de la política común de transportes” (2009).

En la versión de 2007, “hacia una nueva cultura de la movilidad urbana”, se proponen cuestiones sobre cómo se podrían afrontar los desafíos de mejorar la fluidez en las ciudades, reducir la contaminación, sacar el máximo provecho de los sistemas inteligentes de transporte y hacerlos más accesibles y seguros; todo ello bajo la sensibilización y concienciación ciudadana, con fórmulas de financiación viables.

La publicación de 2009, “hacia una red transeuropea de transporte mejor integrada al servicio de la política común de transportes”, invita a reflexionar sobre la dirección que debía (y debe) tomar la política común de transportes para solventar las deficiencias encontradas en su anterior enfoque orientado hacia los proyectos prioritarios, proponiendo basarla en la red principal para afrontar “retos de futuro” como mejorar la intermodalidad en el transporte de mercancías o eliminar cuellos de botella entre otros.

a.2.- Libro Blanco

La última edición del Libro Blanco sobre transporte es la de 2010 y se describe como la “hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible”, pareciendo responder a las consultas promovidas por los Libros Verdes del transporte anteriores. Dicho título da una idea de los principales objetivos del Libro, tal que si se dirige la mirada hacia el nombre de los **capítulos** puede observarse con facilidad las líneas de base que aquí se establecen:

- Preparar el espacio europeo de transporte para el futuro
- Una visión para un sistema de transporte competitivo y sostenible
  - Transporte creciente y apoyo a la movilidad, al tiempo que se logra el objetivo del 60 % de reducción de emisiones
  - Una red básica eficiente para los desplazamientos y el transporte interurbanos y multimodales
  - Condiciones de competencia equitativas para los desplazamientos a larga distancia de pasajeros y el transporte de mercancías intercontinental
  - Transportes urbanos y suburbanos no contaminantes

- Diez Objetivos para un sistema de transporte competitivo y sostenible: valores de referencia para lograr el objetivo del 60 % de reducción de las emisiones de GEI

o La estrategia – lo que queda por hacer
  - Espacio Único Europeo del Transporte
  - Innovar para el futuro – tecnología y comportamiento
  - Infraestructura moderna, tarificación inteligente y financiación
  - Dimensión exterior

o Conclusión

En resumen, el enfoque general que aquí se contempla se basa en la sostenibilidad del transporte, con gran atención al medio ambiente y, en especial, a las emisiones de gases efecto invernadero (GHG) que se producen. También prioriza la eficiencia y competitividad del sector, dado el peso que este tiene sobre la economía. Por todo ello, intrínsecamente, el objetivo principal es el de la reducción de la dependencia del petróleo.

b) LEGISLACIÓN ESPAÑOLA

En el documento *"Estrategia Logística de España" (Ministerio de Fomento; 2013)* se dedica un capítulo al *"Análisis del marco normativo y competencial"*, el cual repasa la **legislación española** en materia de transporte de mercancías, entre lo que cabe destacar lo expuesto seguidamente.

En España la distribución de competencias de transporte fijado por la Constitución establece que el Estado tiene competencia exclusiva en materia de ferrocarriles y otros transportes terrestres que transcurran por más de una comunidad autónoma; teniendo estas últimas la posibilidad de asumir competencias en materia de ferrocarriles y carreteras cuyo itinerario se desarrolle íntegramente dentro del territorio de la correspondiente comunidad autónoma.

De entre todas las leyes, la más destacada en España en el ámbito del transporte es sin duda la Ley 9/2013 de 4 de julio, de Ordenación de los Transportes Terrestres (**LOTT**), por la que se modifica la antigua Ley 16/1987 de 30 de julio y que tiene por objeto "mejorar la eficiencia del sector del transporte, el servicio público de transporte de viajeros y las condiciones de competencia en el mercado a través del perfeccionamiento de las reglas de control y del régimen sancionador anteriormente establecido".

Como principales puntos a considerar en la regulación del transporte de mercancías, son de señalar, **según el modo**, los siguientes:

- Carretera: "La Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres (LOTT), […], la Ley Orgánica 5/87, de delegación de facultades del Estado en las Comunidades Autónomas en relación con los transportes por carretera y por cable, y el Reglamento de la LOTT (Real Decreto 1211/90 con sus modificaciones posteriores, Real Decreto 1225/2006), son las normas básicas reguladoras del Transporte de Mercancías por Carretera". En cuanto a las áreas o centros de transporte de mercancías, la LOTT establece que son los ayuntamientos los encargados de llevar la iniciativa en la creación de estos centros, bajo la aprobación de las comunidades autónomos o, si bien éstos no lo hacen, el Estado o la Comunidad Autónoma podrá tomar la iniciativa con carácter subsidiario cuando se estime oportuno.

- Ferroviario: "La Ley 39/2003, del Sector Ferroviario y su Reglamento aprobado por Real Decreto 2387/2004 son los instrumentos normativos clave para los Ferrocarriles españoles de Interés General. Años después de su entrada en vigor, la Ley 39/2003 ha sufrido modificaciones de interés para la gestión de las Terminales Ferroviarias, contenidas en la Ley 25/2009, de Modificación de diversas Leyes para su adaptación a la Ley sobre el Libre Acceso a las Actividades de Servicios y su Ejercicio". Por su parte, las terminales ferroviarias de mercancías están reguladas básicamente por la Declaración de la Red ADIF.

- Marítimo: "De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, Puertos del Estado, órgano dependiente del Ministerio de Fomento, tiene atribuidas las funciones de coordinar y supervisar las actuaciones de los diferentes órganos de la Administración General del Estado con competencias en materia de intermodalidad, logística y transporte que se refieran a los Puertos de Interés General". De este modo, las conexiones de los puertos con el ferrocarril serán coordinadas por Puertos del Estado; y la prestación de servicios portuarios puede ser realizada por las Autoridades Portuarias o mediante gestión indirecta a través de procedimientos legales.

- Aéreo: “La normativa española reguladora del transporte de mercancías en el transporte aéreo se encuentra recogida en la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea y, en particular, en sus artículos 102 y siguientes, que se refieren al contrato de transporte para el traslado de dichas mercancías y la responsabilidad sobre las mismas”. No obstante, existen leyes posteriores como la 1/2011 de 4 de marzo, que establece el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil, y que modifica a la anterior ley y a la 21/2003 de Seguridad Aérea.

También existen **órganos de coordinación** en aras de promover, facilitar y asegurar el sistema común de transportes a nivel nacional, como son la Conferencia Nacional de Transportes o el Comité Nacional del Transporte por Carretera (CNTC).

Dentro del ámbito de **uso del suelo**, destaca la empresa pública *SEPES*, cuya misión es la de “lograr el reequilibrio social y económico de todo el territorio español a través de la promoción, adquisición y preparación de suelo para asentamientos residenciales, industriales, terciarios y de servicios”.

En referencia al transporte de **mercancías peligrosas**, cabe mencionar que los organismos internacionales, en especial *Naciones Unidas*, son los encargados de redactar las normas básicas y de establecer las pautas a seguir a nivel normativo por los estados. De hecho, “el Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID), el Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR), el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG) y las Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea de la Organización Internacional de Transporte Aéreo (IATA)” están en armonía con las leyes estatales como el “Real Decreto 551/2006, de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español, el Real Decreto 412/2001, de 20 de abril, por el que se regulan diversos aspectos relacionados con el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril y el Real Decreto 145/1989, de 20 de enero, por el que se aprueba el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos”. Como órgano consultivo, se encuentra la Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas que se regula actualmente por el Real Decreto 1256/2003 de 3 de octubre.

c) LEGISLACIÓN ANDALUZA

Dentro de la normativa relacionada con el transporte de mercancías son de destacar las leyes 5/2001 de 4 de Junio por la que se regulan las áreas de transporte de mercancías en la Comunidad Autónoma de Andalucía; la 21/2007, de 18 de diciembre, de Régimen Jurídico y Económico de los Puertos de Andalucía y la 9/2006 , de 26 de diciembre, de Servicios Ferroviarios de Andalucía *(búsqueda por área en el sitio web oficial de la Consejería de Fomento y Vivienda: Movilidad Sostenible – Junta de Andalucía- http://www.juntadeandalucia.es/fomentoyvivienda/)*

c.1.- Ley 5/2001

La ley 5/2001 de 4 de junio, por la que se regulan las áreas de transporte de mercancías en la Comunidad Autónoma de Andalucía, tiene por objeto "la regulación de las actividades de planificación, fomento, promoción, establecimiento, gestión y control, dentro del territorio andaluza, de las áreas destinadas a prestar servicios al transporte de mercancías por carretera" (*Artículo 1)*.

c.2.- Ley 21/2007

La ley la 21/2007, de 18 de diciembre, de Régimen Jurídico y Económico de los Puertos de Andalucía, tiene por objeto el régimen jurídico de "la planificación, utilización y gestión del dominio público portuario, la prestación de servicios en dichos puertos, las tasas exigibles, así como el régimen sancionador y las medidas de policía portuaria". No obstante, en relación a los puertos comerciales, los más importantes son declarados de interés del Estado y, por tanto, regulados por normas de ámbito nacional, como el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante mencionado en el epígrafe b)Legislación española de este mismo apartado 3.11.2.

c.3.- Ley 9/2006

Finalmente, la Ley 9/2006, de 26 de diciembre, de Servicios Ferroviarios de Andalucía, contempla "la regulación, en el ámbito de las competencias de la Comunidad Autónoma de Andalucía, de la prestación de los servicios de transporte público mediante ferrocarril, de la construcción y administración de las infraestructuras ferroviarias, así como de la prestación de los servicios ferroviarios adicionales, complementarios y auxiliares".

d) LEGISLACIÓN DE GRANADA

De relación con la movilidad y distribución urbana de mercancías, cabe destacar la siguiente normativa vigente:

d.1.- **Protocolo de colaboración entre el Ayuntamiento de Granada, Confederación granadina de empresarios, Federación granadina de comercio, Asociación granadina de agencias de transportes y Asociación de fabricantes y embotelladores de bebidas, para la puesta en marcha de medidas sobre la carga y descarga de Mercancías en la ciudad de Granada**

Convenio vigente desde el año 1998, fruto del acuerdo entre varias partes implicadas al que se llegó tras el estudio encargado por el Ayuntamiento, del que se obtuvo como conclusiones que:

“1. Se observa una gran indisciplina al realizar la operación. El 63% estacionan ilegalmente.

2. En las zonas reservadas al efecto, un 56% de los vehículos aparcados no realiza dicha actividad.

3. La mayoría de las operaciones se realizan por la mañana. Únicamente en las calles S. Juan de Dios, Gran Capitán y Ganivet se observa una actividad significativa durante la tarde.

4. El tiempo de estacionamiento oscila entre 18 minutos en el carril del Picón y 60 minutos en Pl. de Bibataubín.

De las encuestas realizadas a los comerciantes, se obtienen los siguientes resultados:

5. El 42% no disponen de almacén y sólo el 2% hacen expediciones.

6. El horario deseable para realizar la actividad es durante la mañana (50%) frente al 4% de la tarde.

7. El tiempo medio de proveedores en realizar la operación de 13 minutos y de 27 para el auto-aprovisionamiento.

8. Entre el 9 y el 11% utilizan camión.

9. El 69% del reparto de mercancías se realiza por la mañana (el 85% de este antes de las 11.30 horas) y el 17% por la tarde.

10. El tiempo medio de descarga es de 28 minutos. Muchos aparcan en la puerta de los establecimientos (13 minutos) aunque exista sitio en la zona reservada."

Así pues, el acuerdo llegado establece ciertas normas en función de las **zonas de regulación**, incluidas dentro del perímetro limitado por las siguientes calles y plazas: Juan de Dios, Gran Capitán, Martínez de la Rosa, Pedro Antonio de Alarcón, Alhamar, Humilladero, Carrera de la Virgen, Plaza Mariana, Ángel Ganivet, Reyes Católicos, Isabel la Católica, San Matías, Pavaneras, Gran Vía de Colón.

"1) **En el Área regulada se consideran cuatro tipos de zona:**

a) Zona 1 (perímetro y su interior)

Horario mañana: de 8:00 a 11:00 horas […]

Horario mañana y tarde: de 8:00 a 11:00 horas y de 15:00 a 18:00 horas […]

b) Zona 2 (exterior al perímetro, excepto Albaicín y Barrio de Doctores)

Horario existente.

c) Zona 3 (Albaicín)

Horario de 8 a 11 horas:

- Plaza Cruz de Piedra, Carretera de Murcia 11, Callejón Tomasas

- Cta Tomasas, Cuesta de Alhacaba y Plaza de la Merced.

Horario 8 a 11 y 15 a 18 horas

- Plaza de Fátima, Cta La Victoria, Cementerio de 8. Nicolás y Plaza de 8. Miguel Bajo.

d) Zona 4 (Doctores)

Zona limitada por las siguientes calles y plazas:

Avda. de la Constitución, Avda. De Andalucía, Ribera del Beiro, Avda. de Madrid y Avda. del Dr. Olóriz

2) Se podrá realizar la operación en las zonas reguladas de aparcamiento, sin necesidad de abonar tarifa alguna, hasta un máximo de 15 minutos siempre que el vehículo esté suficientemente identificado de conformidad con la Ordenanza Reguladora.

3) El límite máximo autorizado para cada operación será de treinta minutos, excepto en Plaza Trinidad, Ganivet y Mariana Pineda que se permitirá hasta una hora.

4) El control de permanencia máxima se realizará, en una primera fase, mediante ticket de expendedor, obtenido mediante tarjeta magnética, para las zonas reguladas de aparcamiento y con reloj para las zonas reservadas exclusivamente para tal Operación, todo ello junto con los requisitos exigidos en la ordenanza reguladora.

5) El Ayuntamiento confeccionará la tarjeta de carga y descarga, cuyo modelo pondrá a disposición de las Asociaciones correspondientes para su reproducción.

6) Se constituirá una Comisión de seguimiento para completar la normativa que se estime necesaria a la vista del desarrollo de la actividad.”



Figura 73: Mapa de zonas de carga y descarga de Granada *(Sitio web oficial del Ayuntamiento de Granada: http://www.granada.es)*

d.2.- Ordenanza reguladora de las zonas de acceso restringido y carriles de circulación especialmente protegidos de la ciudad de Granada

Esta ordenanza afecta a la distribución urbana de mercancías en el sentido de que en la ciudad de Granada existen zonas de acceso restringido, así como carriles de circulación especialmente restringidos. Los vehículos de mercancías se enmarcan, según el Artículo 4, dentro del grupo 7, donde se expone lo siguiente:

"7.5. Vehículos de transportes de mercancías.

En este grupo se incluyen, entre otros, los vehículos titulares de la tarjeta de carga y descarga, así como de cualquier otra modalidad de transporte de mercancías. A tal efecto, se habrán de cumplir los requisitos y documentación exigida en la correspondiente Ordenanza municipal reguladora de la carga y descarga. El plazo de duración de la presente autorización dependerá de las circunstancias de cada caso en concreto, sin que la misma pueda tener una duración superior a 2 años."

Por otro lado, atendiendo a un sentido más amplio de la logística y a la logística inversa, los vehículos de higiene pública y de servicios públicos se consideran autorizados sin que los titulares deban atenerse al procedimiento de concesión de autorizaciones.

Por destacar falta el Artículo 11, por el que se regula el **acceso de vehículos de mercancías a los carriles especialmente protegidos**:

"Artículo 11. Vehículos de transporte de mercancías.

1. Los vehículos de transporte de mercancías que accedan a la Zona Albaicín, definida en el anexo I de la presente ordenanza, habrán de tener una masa máxima autorizada de 5.000 kg, una anchura máxima de 2,05 metros y una longitud máxima de 7,50 metros.

2. Los vehículos de transporte de mercancías que accedan a la Zona Realejo, definida en el anexo I de la presente ordenanza, habrán de tener una masa máxima autorizada de 5.000 kg, una anchura máxima de 2,20 metros y una longitud máxima de 7,50 metros.

3. Los vehículos de transporte de mercancías que accedan a la Zona Centro y Zona Recogidas, definidas en el anexo I de la presente ordenanza, habrán de tener una masa máxima autorizada de 5.000 kg, una anchura máxima de 2,20 metros y una longitud máxima de 7,50 metros.

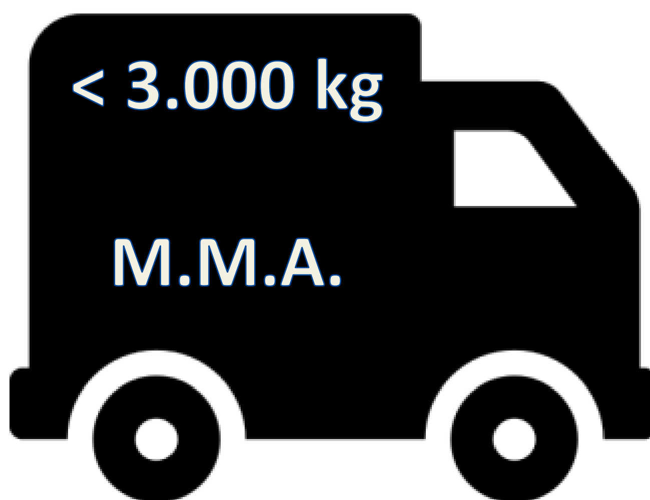
4. Los vehículos que accedan a través del viario peatonal, perteneciente a alguna de las zonas de control de accesos definidas en el anexo I de la presente ordenanza, habrán de tener una masa máxima autorizada de 3.000 kg (dumper, autohormigoneras, carretillas, etc.). Si es necesario el uso de vehículos pesados (Grúas, hormigoneras, camiones, excavadoras, suministros, etc.), que excedan de 3.000 kg de M.M.A., se adoptarán obligatoriamente las siguientes medidas de protección:

a) Se protegerá el pavimento con planchas de acero de 8 mm de espesor desde la calle de tráfico rodado hasta la ubicación de la obra.

b) En el punto de emplazamiento de la obra y en aquellos puntos de confluencia de calles que fuese necesario maniobrar se deberá proteger el 100% de la superficie peatonal.

5. En casos justificados se podrá autorizar el acceso de un vehículo que no cumpla las condiciones anteriores. En la correspondiente autorización se determinará el itinerario de entrada y salida del vehículo, horario de acceso, obligación en su caso de reservar una zona para realizar las operaciones de carga y/o descarga, constitución de fianza para garantizar la reposición de cuantos daños pudieran causar, así como las demás condiciones que garanticen la seguridad vial y la protección ambiental."

Las zonas de acceso restringido a las que se hace referencia en esta Ordenanza y los mencionados carriles de circulación especialmente protegidos, se muestran en la Figura 74 y Figura 75, respectivamente.



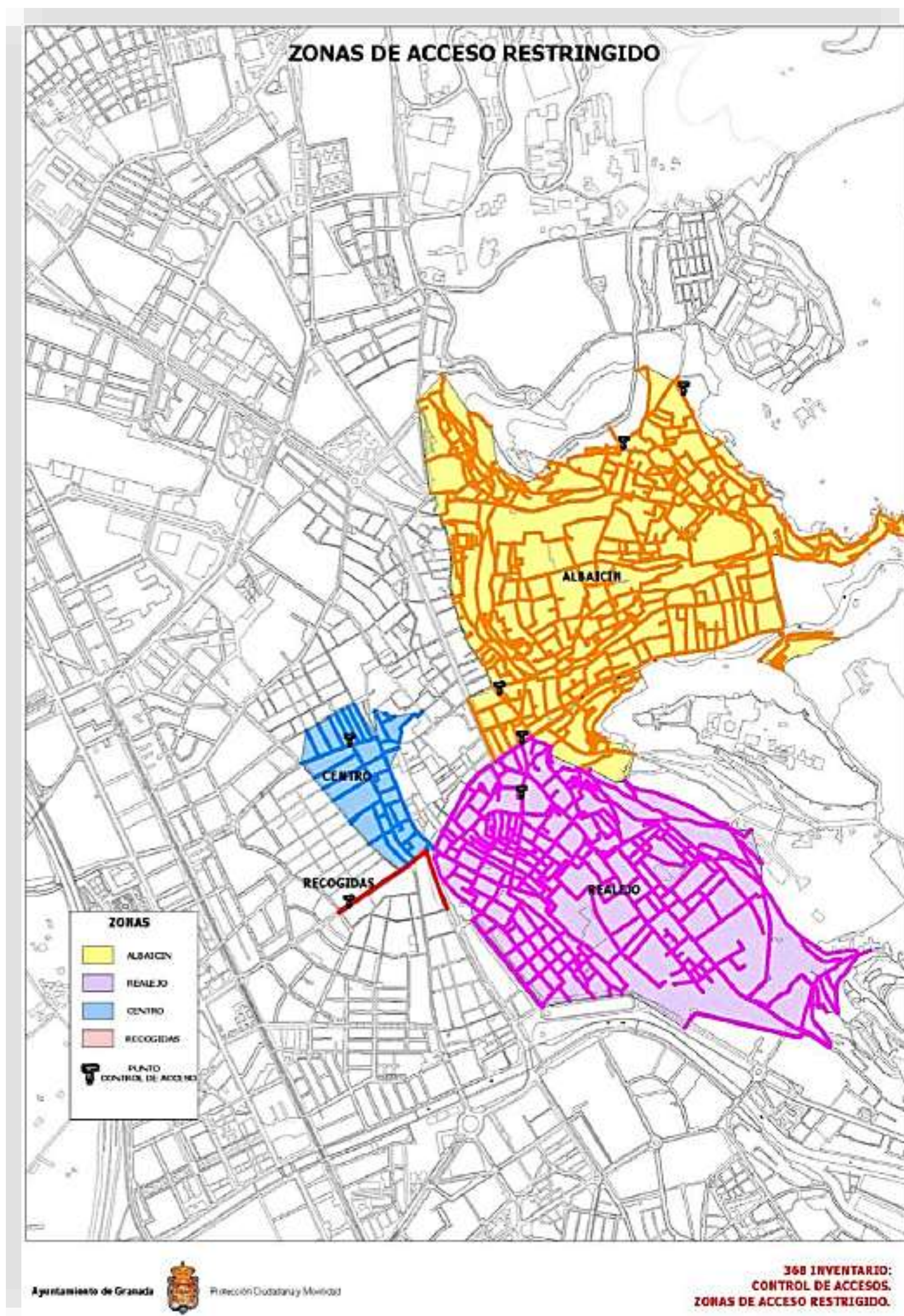


Figura 74: Plano de zonas con acceso restringido y puntos de control de accesos de Granada ***(Ordenanza reguladora de las zonas de acceso restringido y carriles de circulación especialmente protegidos de la ciudad de Granada: Anexo I; BOP núm. 48, Granada, jueves 13 de marzo de 2014)***

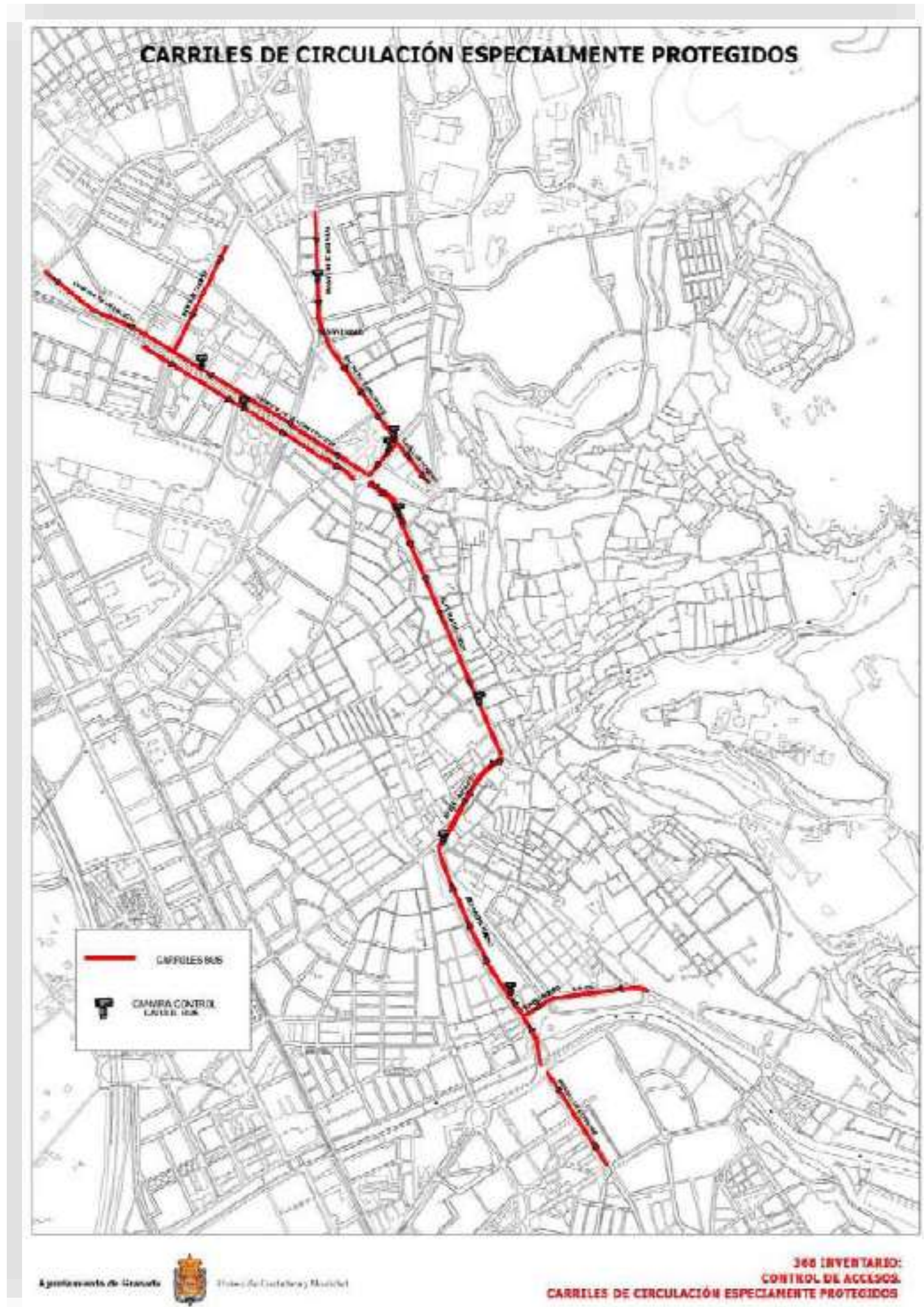


Figura 75: Plano de calles con carriles de circulación especialmente protegidos en Granada *(Ordenanza reguladora de las zonas de acceso restringido y carriles de circulación especialmente protegidos de la ciudad de Granada: Anexo II; BOP núm. 48, Granada, jueves 13 de marzo de 2014)*

d.3.- **Ordenanza Reguladora de Vías de Estacionamiento Limitado**

En Granada existen calles con zonas estacionamiento limitado, que afectan al parque de vehículos en general y que se clasifican por:

- Vías rojas: rotación alta con 1 hora de periodo máximo de estacionamiento
- Vías azules: rotación media con 2 horas de periodo máximo de estacionamiento
- Vías verdes: vías de media demanda de estacionamiento, con hasta 5 horas de periodo máximo de estacionamiento.

La relación de estas vías con los vehículos de mercancías se refleja en el Artículo 3, donde se especifica que quedan excluidos "en el horario establecido por el órgano competente, los vehículos que estén ejecutando labores de carga y descarga debidamente acreditados, hasta un periodo máximo de 15 minutos".

PLAZAS ZONA O.R.A.			
Tipo de zona		Localización (Nombre de la Vía)	Nº de Plazas
Zona Roja	***3***	C/ SAN JUAN DE DIOS	16
		C/ GRAN CAPITÁN	55
		C/ CARRIL DEL PICON	41
		TOTAL ZONA 3 - ROJA	***112***
	4	C/ OBISPO HURTADO (desde C. Picón a C. de Prats)	41
		PLAZA DE GRACIA	18
		C/ SOLARILLO DE GRACIA	9
		C/ CASILLAS DE PRATS	40
		C/SEMINARIO	11
		TOTAL ZONA 4 - ROJA	***119***
	TOTAL ZONA ROJA		***231***
Zona Azul	*1*	C/MARIA LUISA DE DIOS	13
		PLAZA DE RENFE	82
		RECTOR MARIN OCETE	41
		MANUEL GOMEZ MORENO	39
		SANTA BARBARA	86
		TOTAL ZONA 1 - AZUL	***261***
	2	C/ ANCHA DE CAPUCHINOS	32
		AVDA. CAPITAN MORENO	33
		AVDA. DEL HOSPICIO	39

		DOCTOR GUIRAO GEA	125
		ACERA DE SAN ILDEFONSO	50
		AVENIDA DE MADRID	77
		ISAAC ALBENIZ	17
		DR. AZPITARTE	43
		TOTAL ZONA 2 - AZUL	***416***
	3	C/RECTOR LÓPEZ ARGÜETA	13
		C/ SAN JERÓNIMO	23
		C/ PINTOR RODRÍGUEZ ACOSTA	40
		C/ MELCHOR ALMAGRO	56
		C/ EMPERATRIZ EUGENIA	55
		C/ MARTINEZ DE LA ROSA	43
		C/ PINTOR VELÁZQUEZ	12
		C/ PINTOR LÓPEZ MEZQUITA	57
		C/ SOL	79
		TRAJANO	34
		TOTAL ZONA 3 - AZUL	***412***
	4	C/ SÓCRATES	22
		C/ MÚSICO VICENTE ZARZO	33
		C/ ANCHA DE GRACIA	37
		C/ PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN (hasta c/Ancha de Gracia)	126
		TOTAL ZONA 4 - AZUL	***218***
	5	C/ CRISTO DE MEDINACELI	39
		C/ GENERAL NARVAEZ	25
		C/ LOPE DE VEGA	38
		C/MANUEL DE FALLA	93
		C/ TEJEIRO (Zona Regulada actualmente 18+ Zona a ampliar 32)	50
		C/ ALHAMAR	67
		C/ MARTÍN LAGOS	10
		C/ MARTÍNEZ CAMPOS	74
		C/ PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN (desde A. Gracia a Alhamar)	34
		C/ LUIS BRAILLE	28
		TOTAL ZONA 5 - AZUL	***458***
	6	AVD. DILAR, entre c/Palencia y c/Rio	57

		Monachil (Impares: 27 a 127 – Pares: 12 a 136)	
		AVDA. DON BOSCO, entre Avda. Italia y c/Andrés Segovia (Impares: 41 a 43 – Pares: 43 a 46)	42
		C/ PALENCIA, entre Avda. de Italia y c/Andrés Segovia (Impares: 15 a 23 – Pares: 18 a 22)	12
		TOTAL ZONA 6 - AZUL	***111***
	7	PASEO DEL SALON	18
		PASEO DE LA BOMBA	48
		TOTAL ZONA 7 - AZUL	***66***
	TOTAL ZONA AZUL		***1.942***
Zona Verde	***7***	PASEO DE LOS BASILIOS	*50*
		TOTAL ZONA 7 - VERDE	***50***
	TOTAL ZONA VERDE		***50***
TOTAL PLAZAS			**2.223**

Tabla 11: Listado de vías con estacionamiento limitado *(Decreto de la Delegación de Protección Ciudadana y Movilidad de 26 de febrero de 2.015, por el que se dispone la supresión de dos calles en la Zona ORA: Anexo I; BOP núm. 77, granada, viernes 24 de abril de 2015)*

Cabe señalar que el número de plazas fue modificado debido a la realización de obras y que se regularon nuevas calles según el "expediente 10.626/12: nuevas calles como nuevas zonas de estacionamiento limitado regulado*"*.

La Tabla 11 muestra el "Anexo I modificado" con la situación más reciente tras la aprobación del "Decreto de la Delegación de Protección Ciudadana y Movilidad de 26 de febrero de 2.015, por el que se dispone la supresión de dos calles en la Zona ORA" donde las calles del grupo 8 de la zona azul fueron eliminadas de la Zona O.R.A.[42].

[42] Se conoce como zona O.R.A. a aquella donde el estacionamiento de vehículos es limitado. El término se corresponde con las siglas de Ordenanza Reguladora de Aparcamiento, normativa llevada a cabo en varias ciudades españolas. *(https://es.wikipedia.org)*

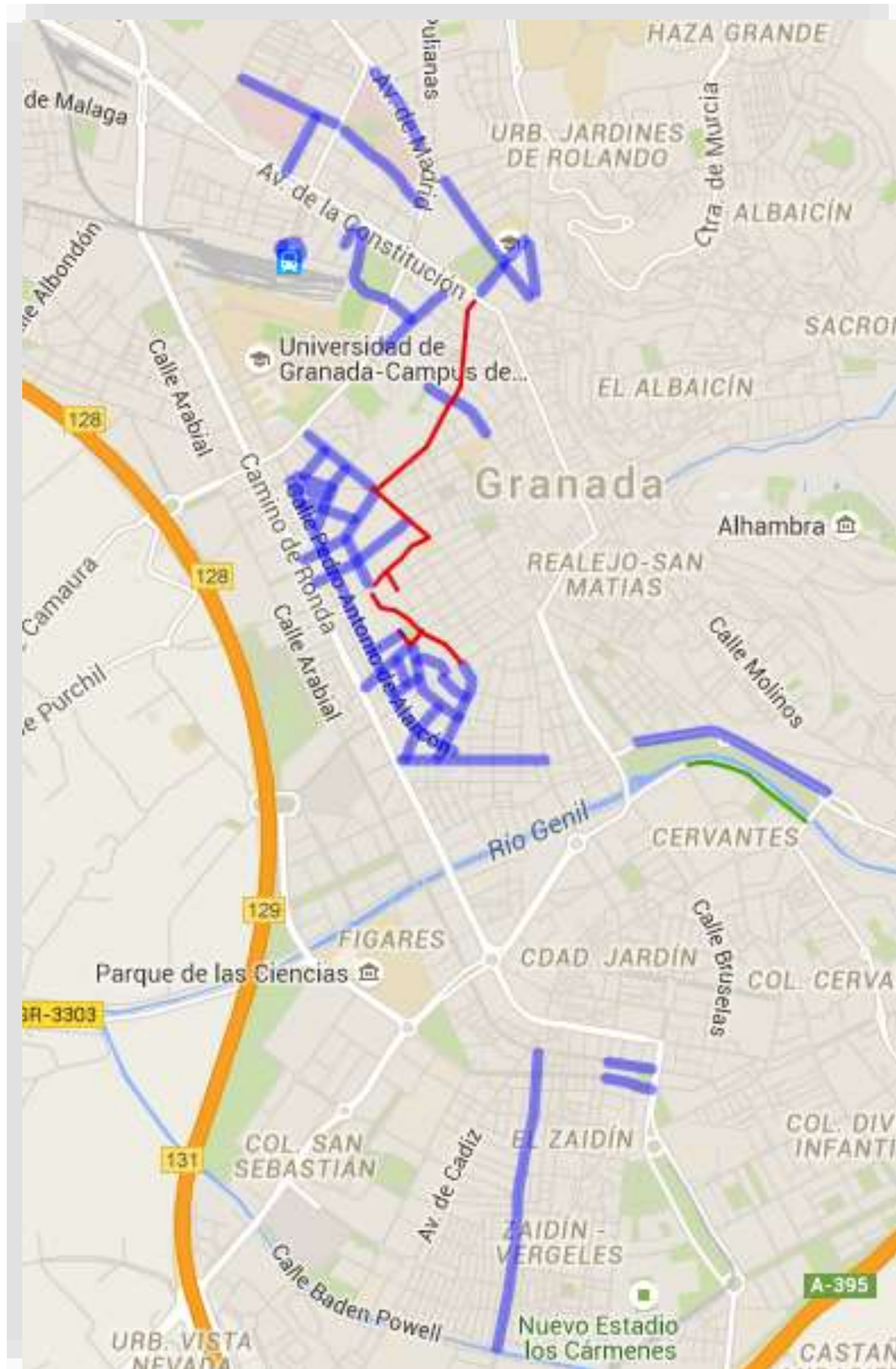


Figura 76: Plano de vías con estacionamiento limitado, indicado por el color correspondiente según el tipo de zona roja, azul o verde (Centro de Gestión Integral de Movilidad: http://www.movilidadgranada.com – Ayuntamiento de Granada)

d.4.- Ordenanza General de Circulación y ocupación de espacios públicos de la ciudad de Granada

En su capítulo 11, se regula la ocupación de zonas de la vía pública por vehículos comerciales para realizar operaciones de carga y descarga:

"11. CARGA Y DESCARGA DE VEHÍCULOS COMERCIALES

ARTÍCULO 26. Las operaciones de carga y descarga se realizarán con vehículos autorizados de dicados al transporte de mercancías.

ARTÍCULO 27. La Autoridad Municipal podrá limitar, siempre que lo crea oportuno y con el objeto de mejorar el tráfico de la Ciudad, el horario de circulación de los vehículos comerciales que transporten mercancías, así como determinar las vías afectadas por la mencionada limitación.

ARTÍCULO 28. En el caso de que se disfrute de autorización de vado permanente para la entrada de vehículos en locales comerciales o industriales, las operaciones de carga y descarga deberán realizarse en el interior de los mismos siempre que reúnan las condiciones adecuadas.

La apertura de los locales de esta clase que por su superficie, finalidad y situación se pueda presumir racionalmente que habrán de realizar habitualmente o con especial intensidad operaciones de carga y descarga, se subordinará a que sus titulares reserven el espacio interior suficiente para desarrollar estas operaciones.

Cuando las condiciones de los locales comerciales o industriales no permitan la carga y descarga en su interior, estas operaciones se realizarán en las zonas autorizadas para este fin.

ARTÍCULO 29. La Autoridad Municipal determinará los espacios reservados para la realización de operaciones de carga y descarga sin que las mismas puedan realizarse en otras zonas no autorizadas. Asimismo, tendrá la facultad de limitar su utilización a determinados períodos del día y de la semana.

ARTÍCULO 30. El estacionamiento de los vehículos autorizados en las zonas de reserva de carga y descarga, no podrá exceder del tiempo autorizado, estándoles prohibido el estacionamiento inactivo.

La Autoridad Municipal podrá limitar el tiempo máximo de estacionamiento en las zonas de carga y descarga, indicándose en cada situación mediante la señal correspondiente y pudiéndose establecer, a efectos de control, los correspondientes comprobantes horarios.

ARTÍCULO 31.

31.1. En ningún caso los vehículos que realicen operaciones de carga y descarga podrán efectuarla en los lugares donde con carácter general esté prohibida la parada.

31.2. En cualquier caso, y salvo lo dispuesto específicamente para la Carga y Descarga, en todas las operaciones de este tipo deberán respetarse las disposiciones sobre circulación y régimen de estacionamiento y normativa específica que se dicte sobre zonas, barrios de la ciudad.

ARTÍCULO 32. En cuanto a las limitaciones y prohibiciones referidas a la disposición y dimensiones de la carga transportada se estará a lo dispuesto en la normativa general reguladora de la materia sin que se puedan rebasar los pesos máximos autorizados, así como la longitud, anchura y altura de la carga transportada.”

Además, esta Ordenanza también hace alusión a los vehículos especiales para realización de obras, así como para recoger los escombros que en éstas se generan y excluye de las limitaciones que puedan existir a los vehículos que presten servicios públicos.

Finalmente, en los Artículos 35 y 36 se menciona la posibilidad que tienen las autoridades locales de limitar y regular la circulación de vehículos que transporten mercancías peligrosas o que excedan en peso, dimensiones, etc. de lo habitual.

d.5.- Ordenanza Reguladora De Carga Y Descarga

A pesar de que el resto de normativa local añade pinceladas sobre la interacción de los vehículos de reparto con el resto de los usuarios de las vías públicas, es esta Ordenanza junto con el Protocolo del punto d.1.-, la que tiene por objeto principal ordenar las operaciones de carga y descarga.

En el punto 2 establece que:

“2. Las labores de carga y descarga se realizarán en vehículos dedicados al transporte de mercancías, o aquéllos que estén debidamente autorizados para ello,

dentro de las zonas reservadas a tal efecto, y durante el horario establecido y reflejado y las señalizaciones correspondientes.”

Cuando habla de vehículos autorizados, para vehículos de 12,5 T o mayor capacidad, se requiere de una autorización especial y expresa, mientras que para los vehículos de entre 2 T y 12,5 T, con la Tarjeta de Transporte expedida por la correspondiente Consejería de la Junta de Andalucía es suficiente. Para los vehículos restantes destinados al transporte de mercancías (< 2 T[43] de M.M.A.), la Ordenanza establece los requisitos para la obtención de una Tarjeta habilitadora para la realización de las labores de carga y descarga con las condiciones impuestas.

Otros puntos importantes son los siguientes:

“**3. La carga y descarga de mercancías se realizará:**

A. Preferentemente en el interior de los locales comerciales e industriales, siempre que reúnan las condiciones adecuadas, cuando las características de acceso de los viales lo permitan.

B. En las zonas reservadas para este fin, dentro del horario reflejado en la señalización correspondiente.

C. En carga y descarga, y en las dependencias o lugares que señale el Ayuntamiento.

D. Únicamente se permitirá la carga y descarga fuera de las zonas reservadas, en los días, horas y lugares que se autoricen especialmente.

4. La Alcaldía podrá dictar disposiciones-que versen sobre las siguientes materias:

- Delimitación de las zonas de carga y descarga.

- Delimitación de peso y dimensiones de los vehículos.

- Horario permitido para realizar las operaciones de carga y descarga, en relación con la problemática propia en las diferentes vías y barrios de la ciudad.

[43] A pesar de que la ordenanza indica este límite en 2 toneladas, la web oficial del centro de gestión de la movilidad, dependiente del Ayuntamiento de Granada, informa para la práctica que dicho límite se encuentra en 3,5 T de M.M.A. *(http://www.movilidadgranada.com)*

Servicios especiales para realizar operaciones de carga y descarga, con expresión de días, horas y lugares.

- Autorizaciones especiales para:

- Camiones de doce toneladas y media o más.

- Vehículos que transporten mercancías peligrosas.

- Otras.

5. Los camiones de transporte superior a doce y media o más toneladas podrán descargar exclusivamente en:

1. Intercambiadores de mercancías. Lugar destinado por el Ayuntamiento para e119 (ejemplo: Mercagranada).

2. En el interior de locales comerciales e industriales, siempre que reúnan las condiciones adecuadas y utilizando trayectos previamente autorizados.

3. Autorización especial para aquellos casos específicos en los que no puedan acogerse a lo anterior.

6. Las mercancías, los materiales o las cosas que sean objeto de la carga y descarga no se dejarán en la vía pública, sino que se trasladarán directamente del inmueble al vehículo o viceversa, salvo en casos excepcionales que deberán ser expresamente autorizados y contar con la preceptiva licencia para la ocupación de la vía pública. Atendiendo en todo caso a las condiciones que determina la Ordenanza de Regulación y balizamiento de obras que se realizan en la vía pública.

7. Las operaciones de carga y descarga tendrán que realizarse con las debidas precauciones para evitar ruidos innecesarios, y con la obligación de dejar limpia la vía pública.

8. Las mercancías se cargarán y descargarán por el lado del vehículo más cercano a la acera, utilizando los medios necesarios y personal suficiente para agilizar la operación, procurando no dificultar la circulación, tanto de peatones como de vehículos.

En caso de existir algún peligro para peatones o vehículos mientras se realice la carga y descarga, se deberá señalizar debidamente.

9. No podrán permanecer estacionados, en las zonas habilitadas para carga y descarga, vehículos que no estén realizando dicha actividad.

10. Las operaciones deberán efectuarse con personal suficiente para terminarías lo más rápidamente posible, siendo el límite de tiempo autorizado para cada operación, con carácter general, de 30 minutos. Excepcionalmente se podrá autorizar un período mayor de tiempo previa solicitud debidamente justificada y para una operación en' concreto.

11. Para facilitar el control del tiempo máximo facilitado para la realización de cada operación de carga y descarga que se establece en el artículo anterior, será obligatoria la exhibición de la fecha y hora de inicio de la operación, mediante reloj que se colocará en la parte interior del parabrisas de tal forma que quede totalmente visible al exterior."

El resto del texto hace referencia al régimen sancionador.

3.11.3. Planificación estratégica y de infraestructuras

La planificación territorial en materia de transportes es un proceso esencial en la política, que incluye a la logística como causa y consecuencia a la vez, entre otras motivaciones. En los siguientes puntos se exponen los principales planes a las distintas escalas dentro del contexto de este Proyecto (*Estrategia Logística de España, 2013; Ministerio de Fomento).*

a) PLANIFICACIÓN EUROPEA

La **Red Transeuropea de Transporte**, conocida por sus siglas en ingles TEN-T, tiene por objeto "facilitar la comunicación de personas y mercancías a lo largo de toda la Unión Europea". Ésta se divide en 2 subredes:

- Red básica (*Core Network*): Concentra las partes estratégicamente más importantes, tales como enlaces transfronterizos, cuellos de botella y nodos intermodales. Financiado por la Unión Europea, el año horizonte de finalización es el 2031.
- Red global (*Comprehensive Network*): resto de la red que participa en el transporte transeuropeo, que engloba tanto las infraestructuras existentes como las previstas de finalización antes de 2051.

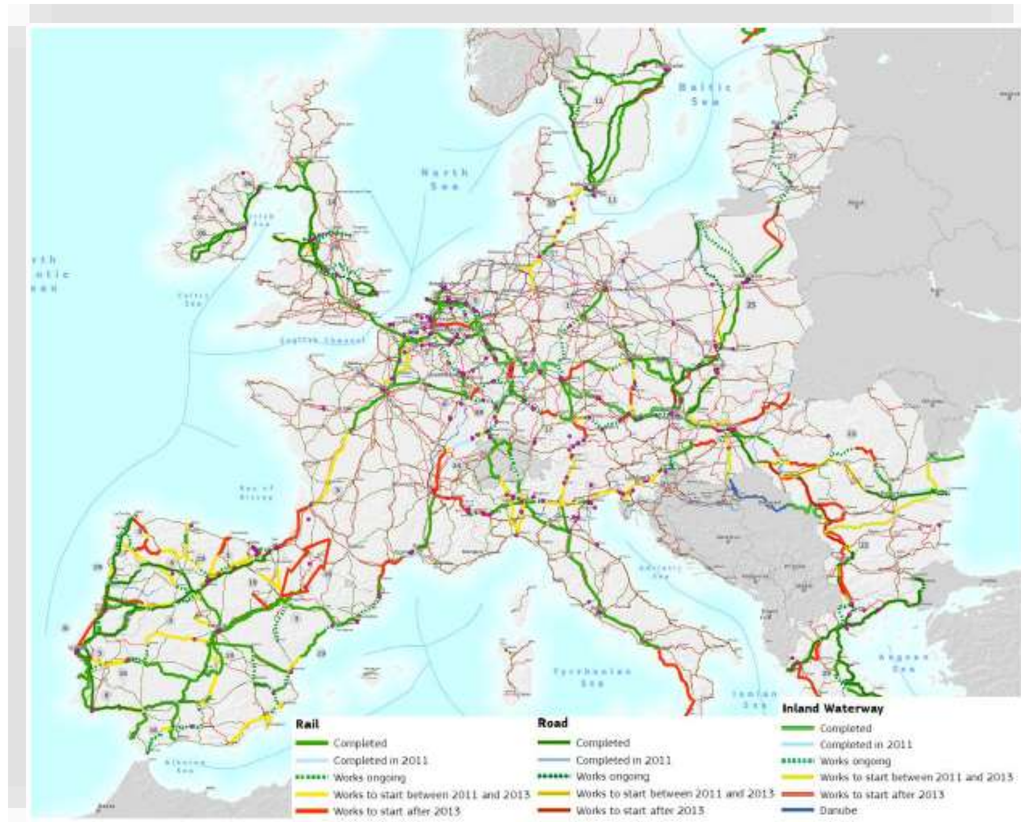


Figura 77: Red Transeuropea del Transporte ***(Estrategia Logística de España, 2013; Ministerio de Fomento - Implementation of the Priority Projects, 2012; Comisión Europea-)***

España está afectada de la TEN-T por los corredores atlántico y mediterráneo, conectando el primero los puertos de Sines (Portugal) y Algeciras con los de Le Havre y Metz (Francia), pasando por Madrid, Bilbao y París entre otras ciudades importantes [ver Figura 78]; mientras que el mediterráneo conecta Algeciras con la frontera de Ucrania con Hungría, pasando por Lyon y Milán [ver Figura 79].



Figura 78: Corredor atlántico de la TEN-T ***(Estrategia Logística de España, 2013; Ministerio de Fomento – Corridors, 2013; Comisión Europea-)***



Figura 79: Corredor mediterráneo de la TEN-T ***(Estrategia Logística de España, 2013; Ministerio de Fomento - Corridors, 2013; Comisión Europea-)***

Por su parte, dentro de la planificación estratégica se encuentra diversos programas e iniciativas como el Programa MARCO POLO o el Programa DG TREN.

El **Programa MARCO POLO**, con dos fases, MARCO POLO I (2003-2006) y MARCO POLO II (2007-2011), nació para reducir los costes externos del transporte sobre el medio ambiente, la economía y la sociedad. Entre los principales objetivos se encontraban conseguir una reducción del transporte de mercancías por carretera a través de fomentar el uso de otros modos de transporte más respetuosos con el medio ambiente, como el marítimo de corta distancia, el fluvial por vías navegables interiores o el ferrocarril.

El Programa DG TREN está actualmente integrado dentro del Programa DG-MOVE, del cual se habla en el apartado 4.5.13.

b) PLANIFICACIÓN NACIONAL

Destaca el **Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI)**, proyectado para el periodo 2012-2014 y revisado en marzo de 2015 y el cual divide sus actuaciones por modos, tal que en el transporte de carretera se contempla la construcción de nuevas carreteras (autovías, variantes, circunvalaciones, etc.), mejora de la red existente y otros trabajos en entornos urbanos o accesos a puertos y aeropuertos. En el ámbito del transporte ferroviario, destaca el acceso a los puertos, la creación de plataformas logísticas intermodales y la adaptación a trenes de mayor longitud, así como al ancho de vía internacional. En lo referente al transporte marítimo, las actuaciones son específicas en cada puerto, mientras que, para el transporte aéreo, los proyectos de desarrollo en las zonas de carga de los aeropuertos o de acceso a las mismas, son los más señalados.

Asimismo, en consonancia con el PITVI, el Plan sobre la **Estrategia Logística de España** (2013), establece las líneas de actuación en materia de logística según 3 bloques con sus respectivas directrices generales:

- Programa de regulación, control y supervisión (fecha horizonte 2016)
  - Racionalización del marco normativo
  - Mejora de la transparencia y competitividad del sector
- Programa de gestión y prestación de servicios (fecha horizonte 2020)
  - Mejora de la eficiencia de los servicios de transporte de mercancías
  - Simplificación de los trámites administrativos
  - Implantación del uso de nuevas tecnologías en el sector logístico

- Programa de actuación inversora (fecha horizonte 2024)
  - Mejora de las conexiones ferroviarias
  - Mejora de los accesos terrestres a los puertos
  - Terminales logísticas y otras actuaciones sobre el Mapa Logístico
  - Definición del Mapa Logístico de España por sectores en el horizonte del PITVI

Aparte de estos planes, también existen, entre el Estado y las comunidades autónomas, **protocolos de colaboración para el desarrollo de terminales logísticas**, por los que se someterán a estudios de viabilidad todos aquellos proyectos de terminales a modo de definir, en caso de ser fructuosos, el modelo de gestión y promoción, con participación público-privada, más adecuado.

Mención diferenciada para el Plan sobre la **Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS)**, orientado hacia la lucha contra el cambio climático por medio de restablecer el equilibrio entre modos y el acceso equitativo por parte de toda la sociedad. Este Plan se estructura en 5 grandes bloques, cada uno de ellos con varias directrices generales de las que derivan sendas medidas, algunas haciendo referencia directa a la logística y el transporte de mercancías. A continuación, se destaca, a modo de ejemplo, ciertas medidas contenidas en los bloques de actuación del Plan:

- Territorio, planificación del transporte y sus infraestructuras
  - Impulsar el desarrollo de plataformas logísticas
  - Establecer una red ferroviaria de mercancías, no supeditada a la de viajeros
  - Nuevas terminales ferroviales de mercancías, bien equipadas y modernizadas
  - Potenciar transporte marítimo de corta distancia
- Cambio climático y reducción de la dependencia energética
- Calidad del aire y ruido
  - Establecer Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) en ciudades, limitando el acceso de vehículo pesados y de mercancías.
- Seguridad y salud
- Gestión de la demanda

c) PLANIFICACIÓN AUTONÓMICA DE ANDALUCÍA

En Andalucía, fruto de los protocolos de colaboración con el Estado, está firmada la implantación de las terminales logísticas intermodales de Antequera (Málaga), Córdoba-El Higuerón, Algeciras-San Roque (Cádiz), Sevilla-Majarabique y otras

de segundo nivel, también de interés prioritario para la Comunidad Autónoma, como las de Linares-Baeza (Jaén), Cádiz, Granada y Huelva.

Con apoyo en el PISTA[44], **Red Logística de Andalucía** S.A.[45], encargada de la gestión, explotación y desarrollo de las áreas logísticas, desarrolló junto con la Agencia Pública de Puertos de Andalucía (APPA), entre otras entidades, "una planificación de detalle de plataformas logísticas unimodales e intermodales", con año horizonte el pasado 2013 y que, tras la revisión y comprobación de que apenas una pequeña parte se encuentra en servicio sobre lo planificado, las líneas de actuación futuras se centran en proseguir con el desarrollo de las áreas logísticas previstas anteriormente [ver Figura 80].

No obstante, caben citar otras medidas del **PISTA** que faltan por completar dentro del programa de propuestas para el transporte de mercancías, como la conexión exterior del sistema logístico, acciones para el desarrollo de la intermodalidad, mejora de la calidad y seguridad del transporte de mercancías, mejora de la eficiencia energética y ambiental del sistema logístico, acciones de coordinación y mejora del conocimiento y la aplicación de tecnologías innovadoras en el transporte de mercancías.

Los otros programas del PISTA con sus principales medidas, que afectan igualmente a la logística, son:

- <u>Propuestas para la articulación exterior de Andalucía</u>
  - Red viaria de conexión exterior
  - Completar el esquema ferroviario de conexión exterior
  - Mejora del sistema aeroportuario
  - Mejora de las conexiones marítimas

---

[44] Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía, con año horizonte inicial el 2013 y recientemente revisado, con nuevo periodo de vigencia de 2014 a 2020. Esta revisión, dependiente del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA), tiene como directrices generales preservar la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico, fomentar alternativas de transporte e intermodalidad, priorizar el transporte no motorizado y favorecer el transporte público, proseguir con las actuaciones pendientes sobre las áreas logísticas y continuar con las propuestas sobre carreteras que aún no se hayan materializado, entre otras pautas.

[45] "Sociedad mercantil creada en 2011 tras el proceso de reordenación y agrupación de los centros logísticos y de transporte de la Junta de Andalucía en Sevilla, Córdoba y Algeciras." (*Sitio web oficial de Red Logística de Andalucía: http://www.redlogisticadeandalucia.es*)

- Propuestas para la interconexión de los centros regionales
  - Las altas prestaciones ferroviarias como modo principal de la conexión entre centros regionales
  - Completar y aprovechar la malla viaria de alta capacidad para la conexión de los nodos principales
  - Dotar de centros regionales de infraestructuras nodales
  - Impulsar el transporte aéreo de tercer nivel

- Propuestas para mejorar la accesibilidad del territorio y el transporte público de personas
  - El Plan para la Mejora de la Accesibilidad, la Seguridad y la Conservación de la Red de Carreteras de Andalucía (Plan MAS CERCA)
  - Servicios de transporte público de personas por carretera
  - Servicios ferroviarios regionales y de cercanías
  - Extensión de la gestión de Consorcios de Transporte
  - Puesta en valor del patrimonio viario

- Propuestas para los ámbitos metropolitanos
  - Mejora de las infraestructuras del transporte público
  - Infraestructuras viarias en los centros regionales
  - Fomento de los desplazamientos en modos de transporte autónomos
  - Fomento de la motocicleta
  - Planificación del sistema
  - Gestión del sistema de transporte
  - Mejora del conocimiento sobre la movilidad y aplicación de tecnologías innovadoras en el transporte

- Propuestas para las áreas litorales
  - Mejora de los sistemas de transporte intermodales
  - Actuaciones en el Sistema Portuario Autonómico

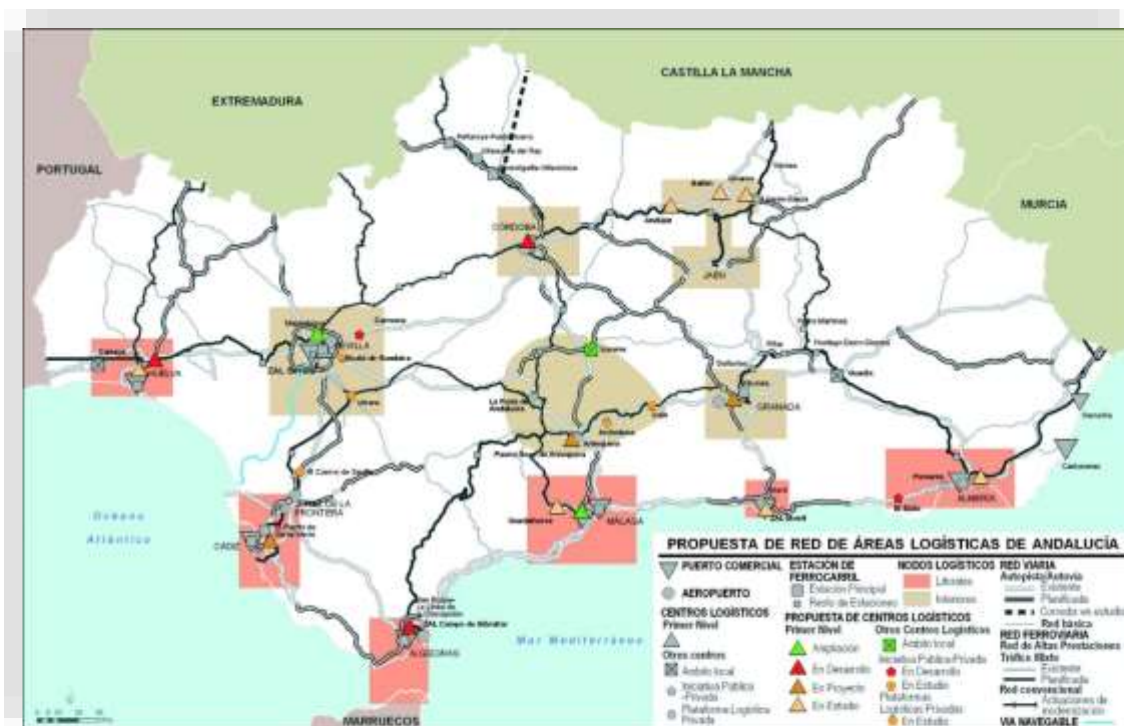


Figura 80: Red Logística de Andalucía, planificación de desarrollo de áreas logísticas ***(PISTA; Junta de Andalucía –Consejería de Obras Públicas y Transportes-)***

Por otro lado, se encuentra el Plan sobre la **Estrategia Andaluza de Sostenibilidad Urbana (EASU)**, del año 2011, referido a las ciudades y que, aunque muy enfocado al transporte de viajeros, hace referencias muy puntuales al transporte de mercancías y la logística, tales que, de entre sus líneas estratégicas, se distinguen apenas unas pocas líneas de actuación acerca de dicha temática:

- Ciudad y territorio
- Desarrollo urbano
- Movilidad y accesibilidad
  - Regular las operaciones de transporte de mercancías a través de planes de movilidad local
- Edificación
- El metabolismo urbano
  - Gestión sostenible de residuos
- La biodiversidad y el espacio libre en los sistemas urbanos
- La gestión urbana

d) PLANIFICACIÓN LOCAL DE GRANADA

d.1.- Planes de movilidad

El **Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS)** de Granada es, con diferencia, el plan que más afecta a la logística en términos de gestión, si bien los planes de ordenación urbana afectan a largo plazo en el ámbito de la planificación. Vigente desde 2013 y con horizonte el año 2025, podría decirse que su aportación sobre dicho tema se centra casi exclusivamente en las zonas de carga y descarga. Del análisis llevado a cabo sobresalen los siguientes datos:

- En la ciudad de Granada existen un total de 214 zonas habilitadas para la carga y descarga, equivalente a 11.925 m^2 de superficie dedicada a estas operaciones.
- A partir de la demanda de estas zonas deducidas de las actividades económicas desarrolladas, se obtiene que hay un déficit de superficie de 5.113 m^2, equivalente a 85-90 nuevas zonas de carga y descarga con características similares.
- La distribución de las exigencias de este tipo de áreas reservadas disminuye del centro de la ciudad hacia la periferia, siendo actualmente las coronas intermedias las que presentarían una mayor necesidad relativa de incremento de dichas áreas. Por barrios y distritos la situación es la siguiente:
  - En el Albaicín no se aprecian grandes problemas de carga y descarga, ya que apenas existen establecimientos comerciales.
  - Dentro del distrito de Beiro, existen pequeños problemas para realizar las labores de carga y descarga subsanables con medidas a corto plazo.
  - En el Centro, debido a la concentración de establecimientos comerciales, que supone en torno al 30 % del total de la ciudad, existe un déficit de 1.752 m^2, más acentuado en la zona de Centro-Sagrario (1.137 m^2).
  - En la Chana existe un pequeño déficit de zonas de carga y descarga.
  - En la zona del Genil, también se aprecia un ligero déficit de carga y descarga.
  - El distrito Norte no presenta problemas de este tipo.
  - En la zona de Ronda, con gran concentración de establecimientos comerciales, de hasta un 26 % del total de la ciudad, el déficit de zonas de carga y descarga llegaría a 1.506 m^2.
  - En el barrio del Zaidín, la cantidad de establecimientos comerciales, representando el 13 % del total de Granada, provoca un déficit de 736 m^2 de áreas reservadas para carga y descarga.

En cuanto a las propuestas del Plan en el ámbito del transporte de mercancías incluye, dentro del plan de acción, los siguientes puntos:

- “Reordenar, distribuir y diseñar coherentemente las zonas operativas de carga y descarga, en función del ámbito urbano afectado, y también haciendo uso compartido del espacio viario en función de la demanda y siempre con regulación horaria.
- Promover la distribución urbana de mercancías con vehículos de carga pequeña y de características respetuosas con el medio ambiente urbano.
- Medidas de regulación y ordenación del tránsito de vehículos pesados por determinados itinerarios urbanos y horarios.
- Fomentar la distribución compartida en los centros de distribución ecológica de mercancías.”

Por último, resaltar que en un futuro próximo el área metropolitana contará con el “**Plan de Transporte Metropolitano del Área de Granada: Plan de Movilidad Sostenible**” con 2 horizontes temporales, 2015-2020 y 2021-2027, coincidiendo con los Marcos de Apoyo Comunitario (MAC) para el desarrollo regional. “El ámbito territorial inicial de este Plan comprende el ámbito de la aglomeración urbana de Granada, definido a los efectos previstos en el artículo 12 de la Ley 2/2003, de 12 de mayo, por los siguientes municipios: Agrón, Albolote, Alfacar, Alhendín, Armilla, Atarfe, Beas de Granada, Cájar, Calicasas, Cenes de la Vega, Colomera, Chauchina, Chimeneas, Churriana de la Vega, Cijuela, Cogollos de la Vega, Cúllar Vega, Deifontes, Dílar, Dúdar, Escúzar, Fuente Vaqueros, Gójar, Granada, Güéjar Sierra, Güevéjar, Huétor de Santillán, Huétor Vega, Íllora, Jun, La Malahá, La Zubia, Láchar, Las Gabias, Maracena, Moclín, Monachil, Nívar, Ogíjares, Otura, Padul, Peligros, Pinos Genil, Pinos Puente, Pulianas, Quéntar, Santa Fe, Vegas del Genil, Ventas de Huelma, Víznar y Valderrubio”. Además, según el Pliego de Prescripciones Técnicas, dicho Plan priorizará la “reducción del transporte en automóvil o moto en beneficio de los desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público colectivo y, por otro lado, impulsará medidas para una distribución más sostenible de mercancías en los entornos urbanos”. Entre los contenidos del Plan destacan, en lo relacionado con la logística, el análisis del “funcionamiento de la actividad relacionada con la distribución de mercancías en las ciudades de la aglomeración”, el objetivo a lograr en materia de “superficie destinada a microplataformas logísticas para la distribución urbana de mercancías” y “superficie dedicada a plataformas logísticas intermodales y centros de transporte de mercancías”,

la prospectiva en relación a las "previsiones de evolución del tráfico de mercancías" y las acciones a acometer en infraestructuras, ordenación del tráfico, etc.

d.2.- Planes de ordenación

El **Plan General de Ordenación Urbana (PGOU)** de Granada es un instrumento muy potente por el cual se establecen las bases del planeamiento urbanístico presente y futuro. En el ámbito de la logística puede afectar en cómo se regulen los usos del suelo, las actividades que se desarrollen, las intervenciones previstas en gestión e infraestructuras de transporte, etc.

Vigente desde el año 2001, el PGOU fue revisado en 2005 y en 2009, requiriendo esta revisión más reciente de un proyecto de innovación que se adaptase al Texto Refundido de la Ley de Suelo, aprobado en 2008 a través del Real Decreto Legislativo 2/2008; a las directrices del POTA y del POTAUG y a la LOUA, adaptación esta última iniciada con la revisión de 2005. Entre las propuestas más destacables relacionadas con la logística, aparecen las nuevas dotaciones en elementos de sistema general, particularmente en infraestructuras de nuevo viario estatal y autonómico como el cierre del anillo de la circunvalación o el tramo de autovía Atarfe-Granada, la posible unión de la línea ferroviaria procedente de Moreda con la de Bobadilla en el Sector del Centro de Transporte de Mercancías, la terminación de las obras del metro ligero y la dedicación del sector P-SGD.2 a la terminal de Transportes y Mercancías, entre otras.

El **Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Granada (POTAUG)**, con última actualización en Marzo de 2005, tiene 5 líneas de base, entre las que destaca, a interés de este Proyecto, "Adecuar la estructura territorial a la ciudad funcional" y sus medidas propositivas de completar la red viaria (creación de una 2ª circunvalación para segregar el tráfico de paso del tráfico con origen y destino en la Aglomeración) y mejorar las instalaciones ferroviarias (implantación del metro ligero y soterramiento de la vías del tren en algunos tramos). También es de señalar el eje sobre "Garantizar la prestación adecuada de dotaciones y servicios", tal que, en sus propuestas de descentralizar servicios, crecimiento ordenado de la metrópolis y reservas de espacios para dotaciones generales, se crean oportunidades para el desarrollo de la logística hacia una mayor eficiencia. No obstante, es el bloque orientado a "Potenciar los recursos productivos territoriales", donde presta especial atención a la logística a través de la premisa de "reservar suelos para infraestructuras intermodales de transporte de mercancías", con las siguientes estrategias:

- "Señalar las áreas de la aglomeración adecuadas para la construcción de un Centro Intermodal de Transporte de Mercancías
- Establecer, junto con las administraciones competentes, la ubicación más adecuada y el programa de necesidades.
- Reservar desde el POT el suelo necesario para la construcción del Centro Intermodal"

d.3.- Otros planes

El **Plan Estratégico de la Ciudad de Granada**, cuya última revisión fue aprobada por el Consejo Social con horizonte en el año 2020 y denominada ésta "**Estrategia Granada 2020: Haciendo humano lo urbano (EG2020)**", se estructura en 6 ejes: gobernanza, ciudad sostenible, competitividad y desarrollo económico, Granada ciudad cultura, innovación social y *Granada smart city*. Dentro de dichos ejes aparecen algunas líneas estratégicas relativas a infraestructuras, movilidad y transporte, como son el desarrollo del ferrocarril, el aeropuerto y la red viaria, promover las conexiones intermodales, fomentar y desarrollar la gestión de residuos de forma separada para reciclaje, etc. *(Periódico digital Ahora Granada: http://www.ahoragranada.com)*.

Por su parte, la **Agenda 21** o Programa 21, se trata de un plan de acción exhaustivo suscrito por 178 países de la Conferencia de Naciones Unidas por el que se "describen las bases para la acción, los objetivos, las actividades y los medios de ejecución" de las principales preocupaciones que conciernen el medio ambiente y el desarrollo a escala universal, nacional y local *(Programa 21; ONU)*.

La Agenda 21 local de Granada se concibe como un organismo local muy comprometido con la sostenibilidad medioambiental, la justicia social y el equilibrio económico, y siempre con la participación ciudadana. Ésta se constituyó en el año 2000 y su último trabajo data de 2014., donde se detallan diversos proyectos de conciencia social, como los que afecta al transporte y sus consecuencias sobre el cambio climático. También, en dicho trabajo, se hace una revisión del grado de cumplimiento de las propuestas planteadas para el periodo 2009-2013, donde se concluye que el 88 % de las medidas ya se habrían ejecutado a fecha de 2014. Entre dichas medidas, sobresalen algunas relacionadas con la logística, como son:

- Elaboración del Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Granada, el cual ya se completó.
- Varias medidas de logística inversa:

- Nuevos servicios de recogida selectiva específica (completado)
- Proyecto de recogida selectiva “puerta a puerta” (completado sólo el 20 %)
- Programa de contenerización: organizar rutas de recogida para optimizar medios (completado)
- Establecimiento del sistema de recogida selectiva en dependencias municipales e instalaciones de uso público (completado)
- Mejora del reparto, ubicación y uso de los contenedores en la ciudad (completado)
- Medidas de disminución de residuos (completado)

CAPÍTULO 4. LOGÍSTICA URBANA

4.1. Introducción

En este apartado se exponen las bases teóricas por las que se rige la logística urbana y sus rasgos más señalados, habiendo recurrido principalmente a las obras *"Sobre la movilidad en la ciudad"* en su *Capítulo X (Herce, M.; 2009)*; el *Capítulo 10* del libro *"Logística del Transporte" (Robusté, F.; 2005)* y, sobre todo, la parte teórica de la obra titulada *"Logística urbana. Ciudad y Mercancías" (Institut Cerdà; 2010)*; todas ellas de índole generalista y bajo un contexto más orientado a las características del transporte urbano nacional que a las de otras ciudades de Europa y del mundo. Sin embargo, se puede afirmar que existen grandes similitudes en el funcionamiento de los sistemas de distribución urbano y metropolitano de mercancías entre las grandes ciudades de todo el mundo. También se comentan otras aportaciones de interés provenientes de artículos de revistas especializadas, monografías, manuales, tesis doctorales, informes y otros recursos que tratan sobre este tema, del que parece no haber un consenso unánime, pero por contraposición, sí muchas coincidencias en la forma de plantear la llamada "teoría de la logística urbana". En los sub-apartados siguientes se sintetiza la información contenida en los tres libros antes señalados con las aportaciones extra de las distintas fuentes que se mencionan.

Como primer punto a destacar sobre la logística urbana en la que coincide toda la literatura consultada, es la complejidad de ésta, ya que no es una ciencia exacta ni existe una solución única válida para todos los casos. El gran reto aquí planteado es entender por qué una medida concreta funciona de manera exitosa en una ciudad y, en cambio, puede ser un fracaso en otra.

La logística de la "última milla", como coloquialmente se conoce entre los profesionales del sector, posee unas características muy peculiares que la distingue en cierta medida de la logística a gran escala de largo recorrido. El transporte de mercancías de largo recorrido implica un amplio ámbito geográfico, se realiza en vehículos grandes, tren, avión o barco, y suele incluir a proveedores de materias primas, fabricantes y distribuidores mayoristas; mientras que el transporte capilar o metropolitano acostumbra a llevarse a cabo por carretera con vehículos medianos o pequeños, cuyos clientes son distribuidores minoristas y puntos de venta de diversos

productos. El punto de separación entre un tipo y otro podrían ser las plataformas logísticas de distribución urbana o centros de ruptura de la carga, generalmente situados a las afueras de las urbes de tamaño medio y grande.

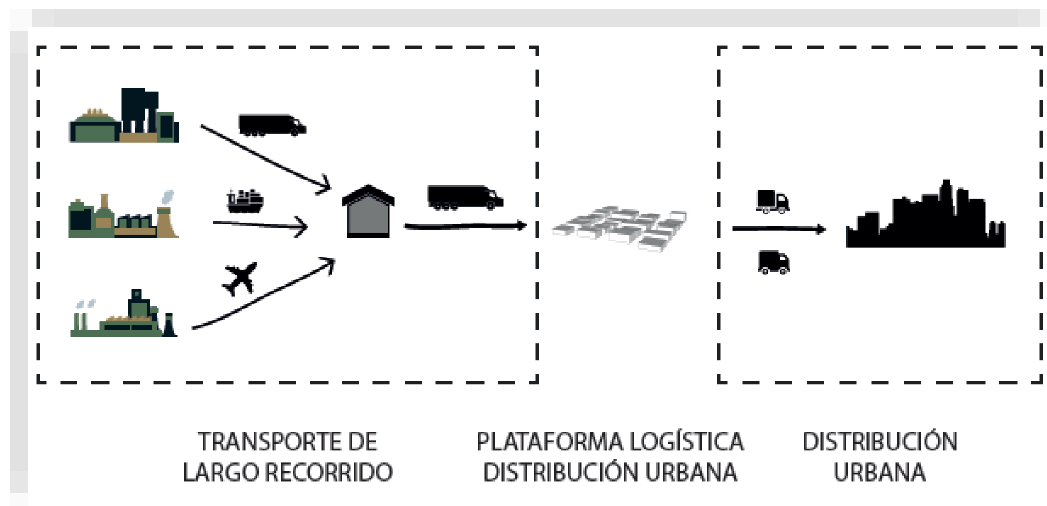


Figura 81: Distinción entre transporte de largo recorrido y transporte urbano de mercancías *(Elaboración propia)*

Dicho esto, dada la definición expuesta en el apartado 3.7 sobre la logística, una definición específica para la logística urbana es la ofrecida por la *OCDE* en su reseña titulada "*Delivering the Goods. 21st Century Challenges to Urban Goods Transport*" (*2003*), la cual puede traducirse como que:

La logística urbana es "la distribución de bienes de consumo (no solo al por menor, sino también a otros sectores tales como la manufactura) en ciudades y áreas urbanas, incluidos los flujos inversos de bienes usados considerados desperdicios".

Tagunachi, por su parte, da la siguiente definición (*City logistics-Network modelling and Intelligent Transport Systems, Pargamon, 2001; Taniguchi, Thompson, Yamada & Van Duin*):

"La logística urbana es el proceso de optimización total de la logística y actividades de transporte de empresas privadas con el soporte de sistemas avanzados de información en áreas urbanas considerando los aspectos del tráfico, como la congestión, la seguridad y el ahorro de energía dentro de la estructura de una economía de mercado"

Sin embargo, otra definición que quizá se adecúe más a la amplitud del concepto que se exige hoy en día, podría ser la propuesta en la tesina "*Transporte urbano de mercadorias: linhas de actuação para uma gestão integrada*" *(Caiado, G.; 2004)*, la cual, traducida del portugués, dice así:

"**La logística urbana es la planificación, implementación y control eficiente de los flujos y almacenaje de materiales e información relacionada, a escala urbana, con todas sus singularidades**".

Históricamente, esta temática apenas ha sido objeto de preocupación por parte de las administraciones, si bien por su coste económico, lo ha sido algo más del ámbito privado. Sin embargo, se puede afirmar que desde la década de 1990', la atención prestada al transporte de mercancías en las aglomeraciones urbanas ha sido creciente hasta la actualidad, conscientes de la importancia de este y del papel esencial que desempeña. A raíz de esto, la Unión Europea ha estado cofinanciando diversas investigaciones en este ámbito, cuyos resultados han sido realmente fructíferos, a falta aún de mayores avances. Muchos de los proyectos realizados y en ejecución se describen en el apartado 4.5.

Tales programas son conscientes de un modo u otro de las implicaciones de distribución urbana de mercancías sobre la movilidad. Hay que tener en cuenta que, desde la aparición y auge del automóvil, las ciudades se diseñaron pensando en la circulación de vehículos privados y facilitando su estacionamiento, consumiendo el espacio común en detrimento de los viandantes y el transporte público. El problema de este pensamiento ha llegado hasta la actualidad, hasta el punto en el que el número de coches y otros vehículos a motor es tan elevado que no se ha tenido más remedio que limitar el uso de estos de un modo u otro. Dada cuenta del problema aparecido no sólo en cuanto al consumo de espacio público y su deterioro, sino también de la contaminación aérea y otros efectos negativos derivados del tráfico de vehículos de mercancías y de automóviles en general, el **modelo de movilidad** que se contempla hoy día lo resume perfectamente el manual del *Institut Cerdà:*

- "Considerar la ciudad como un polo que genera y atrae movilidad, en el que debe garantizarse la fluidez tanto de su circulación interna (desplazamientos dentro de la ciudad misma) como de sus accesos.

- Compatibilizar al máximo la coexistencia diaria de las formas de transporte que cohabitan en las zonas urbanas, para que puedan desarrollarse de modo equilibrado y seguro.
- Promocionar y dar cobertura al territorio en cuanto a transporte público colectivo, tanto urbano como interurbano, procurando un máximo de intermodalidad entre los diferentes servicios.
- Impulsar los modos de transporte alternativo para que aporten las soluciones válidas más respetuosas con el medio ambiente.
- Mejorar la gestión de la distribución urbana de mercancías (DUM), implicando a todos los agentes de la cadena logística y a los transportistas, con el objeto de lograr una solución beneficiosa para todas las partes."

4.2. Partes implicadas

Se distingue aquí entre todos los usuarios de la vía pública y demás entes involucrados en la movilidad y los agentes directos implicados en la distribución urbana de mercancías.

4.2.1. Agentes participantes de la movilidad

Entre los **agentes participantes de la movilidad** se encuentran:

a) VIANDANTE O PEATÓN

Es el principal elemento en la movilidad, ya que siempre hay un recorrido que es necesario cubrir andando, ya sea para llegar hasta el vehículo aparcado, coger un medio de transporte público o incluso porque la persona prefiero realizar todo su trayecto andando.

b) BICICLETA

Es un vehículo sin motor, aunque también existen algunas bicicletas con pedaleo asistido que cuenta con la ayuda de un pequeño motor eléctrico, generalmente de una plaza y utilizado para recorrer distancias medias dentro de la ciudad. Puede ser concebido como transporte habitual o como elemento de ocio y, debido a su rápida incorporación a la vida cotidiana, muchas ciudades se han visto obligadas a dedicar un espacio exclusivo para la circulación de éstas, segregado del tráfico motorizado y del

peatonal. En algunas ciudades de los Países Bajos es el medio más utilizado para los desplazamientos de sus habitantes y, además, también se está reconvirtiendo a un modo flexible para la distribución de pequeños bultos de mercancía.

c) TRANSPORTE PÚBLICO

Es un servicio esencial en las ciudades más grandes, siendo más relevante a medida que la ciudad es más extensa y densamente poblada, pudiendo ser en esos casos el principal medio de desplazamiento de los ciudadanos. Dentro de este grupo se distingue entre:

c.1.- Transporte público en superficie

Se incluyen aquí autobuses, tranvías y, en ocasiones, aunque se trate de un sector privado, los taxis. También podrían agruparse en esta clasificación otros medios que ofrecen un servicio de desplazamiento, a veces de ocio para el turismo, a veces como verdadero medio de transporte, como es el transporte con animal, carros a pedales, etc. Para el caso habitual de autobuses, tranvías y taxis, estos ocupan una superficie importante del espacio público para circular y, además, para su mejor funcionamiento, requieren de carriles especiales de acceso regulado. Son medios ideales para ciudades medias, donde sería imposible que todo el mundo fuera en su vehículo privado. Como añadido, igualmente podrían englobarse en este grupo los ferris y otros vehículos acuáticos en aquellas ciudades con vías navegables dentro de su estructura urbana, donde sus características son más específicas debido a sus condiciones especiales.

c.2.- Transporte público soterrado

Es el caso del metro y del ferrocarril, especialmente el de cercanías para este último. Son medios de transporte masivo y no interfieren con el resto de usuarios de la vía pública por tener una infraestructura propia. Este tipo de transporte público es indicado para las grandes urbes y entornos metropolitanos.

c.3.- Vehículos privados

Son los principales consumidores del espacio público y los principales responsables de contaminación acústica y atmosférica. Comprenden:

i *Automóviles*

Los grandes privilegiados del Siglo XX en las ciudades modernas, ya que las calles se diseñaron casi exclusivamente pensando en ellos. Suponen un gran consumo de

espacio con bajo índice de ocupación, por lo que su impacto es muy alto sobre el resto de usuarios implicados en la movilidad. Su flexibilidad referida a disponibilidad horaria total, transporte puerta a puerta y otros factores, hacen que sea el medio más cómodo y completo en cuanto a responder a las necesidades de los demandantes de desplazamientos. Por ello, contrastando las ventajas que ofrecen con las externalidades que desprenden, las políticas de regulación de su circulación se han inclinado más hacia su uso racional que a su prohibición.

ii *Motocicletas*

Causan bastantes menos perjuicios al resto de usuarios que los automóviles en términos de consumo de espacio, pero también es cierto que provocan gran contaminación acústica. Poseen también menos comodidades que aquellos y menos capacidad.

iii *Vehículos comerciales*

Son los usados para distribuir mercancías y están formados por camiones, furgonetas, vehículos mixtos, etc. Constituyen un valor representativo en el porcentaje del tráfico total que, sin embargo, no es tan importante como el impacto que tienen por su tamaño y por la necesidad de estacionar lo más cerca posible de sus destinos, que pueden ser un gran número.

d) VEHÍCULOS DE SERVICIOS

Podrían agruparse aquí los camiones de bomberos, ambulancias, recogida de basuras, etc. que en general tienen unas condiciones de circulación preferentes con permisos especiales.

Esta clasificación anterior se ha realizado a partir del libro "*Logística urbana. Ciudad y Mercancías*" y completado a partir de otras fuentes ya que dicho texto no tiene en cuenta los vehículos de servicios o considera vehículos privados, motocicletas y vehículos comerciales como grupos del mismo orden 1 dentro de la clasificación. Como conclusión a la recopilación de agentes implicados en la movilidad, se observa la variedad de fines/motivos que tiene cada vehículo/usuario en sus desplazamientos. Por ello es muy importante conjugar de manera sostenible y equilibrada la movilidad de todos ellos, ya que comparten un espacio escaso y muy valorado.



Figura 82: Participantes de la movilidad (*Elaboración propia*)

4.2.2. Agentes directamente involucrados en la distribución urbana de mercancías

Por otra parte, están los **agentes directamente involucrados en la distribución urbana de mercancías** que, de acuerdo con el apartado 3.2.1, se agrupan en demandantes del transporte, ofertantes o prestatarios de servicios y la administración correspondiente, en este caso la local, que regula la interacción entre ambos. Dentro de dichos grupos aparecen de forma habitual varios entes que lo configuran, a saber:

a) OFERTANTES

a.1.- **Proveedores**

i *PEC (Paquetería, express y courier)*

Transporte de paquetes y documentación, que pueden ser en envío urgente (en torno a 24 horas como máximo). El mercado lo ocupa por regla general las multinacionales que, a veces, subcontratan a transportistas autónomos para realizar el servicio. Se caracteriza por recoger la mercancía dentro del propio núcleo urbano,

llevarla hasta los centros de consolidación/desconsolidación ubicados en lugares estratégicos en las afueras de las ciudades y entregarla en la dirección correspondiente del interior de esa misma o alguna otra ciudad. Estas labores suelen realizarse durante el día con tiempos de carga/descarga muy bajos, en torno a 5 minutos, a través de vehículos pequeños (ciclomotores, turismos o furgonetas), que deben realizar un gran número de detenciones a pesar de que los recorridos son normalmente cortos, además de variables día a día.

ii *Operadores logísticos*

Trabajan para las empresas productoras que han externalizado la logística de la empresa. Dependiendo del grado de externalización, los servicios prestados incluirán el transporte específico, almacenamiento, preparación de pedidos, gestión de devoluciones… El producto es propiedad del productor en todo momento y éste se encarga de la producción y el almacenamiento en el almacén central (que puede estar gestionado o no por el operador logístico). Desde aquí, un transporte de larga distancia distribuye los productos a las plataformas regionales que proveerán los polos de consumo más cercanos para repartir los pedidos a los puntos de venta situados en el tejido urbano.

Los principales clientes son la gran distribución organizada y el canal HoReCa. Los volúmenes desplazados son de dimensión mediana. En cada ruta hay menos puntos de entrega que en los PEC y se cubren mayores distancias. Las rutas se establecen semanalmente y los servicios son periódicos, contando con un tiempo de entrega más largo que los PEC y las entregas suelen ser por la mañana. Para ello usan vehículos de tamaño mediano.

iii *Distribuidores*

Agente que adquiere productos de varios fabricantes, los almacena en una plataforma y desde ahí los distribuye. En este caso el agente es el propietario de la mercancía. Sus clientes suelen ser la distribución comercial organizada y el canal horeca. Las entregas pueden ser por la mañana o tarde, siguiendo rutas de entrega largas que se mantienen constantes semanalmente y cuentan con muchos puntos de entrega. Se emplean vehículos de tamaño pequeño y mediano y la mercancía es de volumen mediano. Estos agentes operan tanto en preventa como en autoventa y no suelen subcontratar el transporte.

iv ***Productores***

Fabricantes que distribuyen sus productos por medio de su propia estructura logística. Por medio de un transporte de larga distancia, que suele subcontratarse a transportistas autónomos, se lleva la mercancía de los almacenes centrales (situados normalmente en los centros de producción) a los centros de distribución ubicados en las proximidades de los principales centros de consumo para distribuirse posteriormente a los puntos de venta.

La mayoría de los fabricantes ofrecen un servicio completo: almacenamiento, venta, preparación de pedidos, consolidación de referencias y embalaje, transporte, facturación… Operan tanto en preventa como en autoventa.

Las entregas suelen ser por la mañana con unas rutas fijas y largas con periodicidad semanal. La mercancía es de dimensiones medianas y los vehículos usados en el reparto son de tamaños muy diversos.

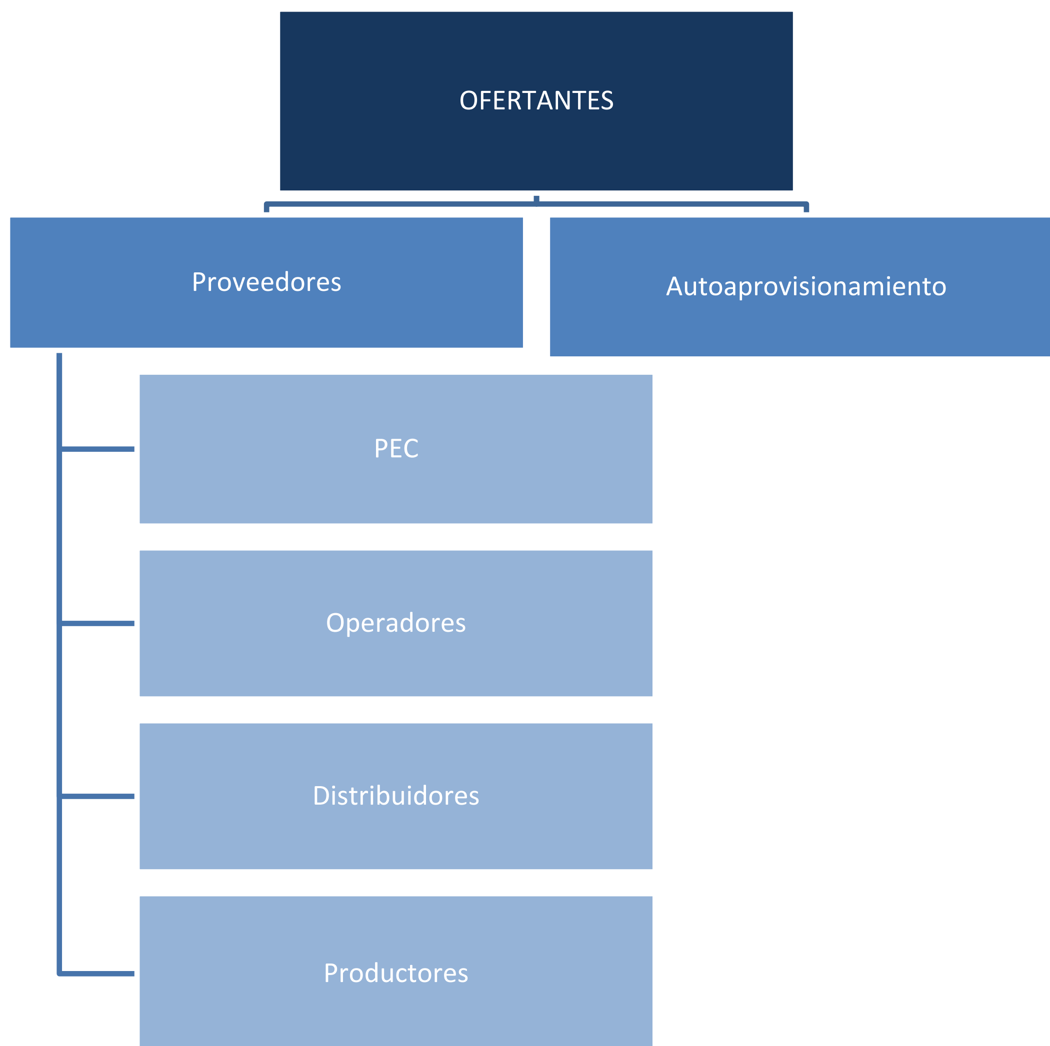
a.2.- **Autoaprovisionamiento**

i *Establecimientos propios del detallista tradicional y canal HoReCa tradicional*

La compra de la mercancía se realiza en vehículos propios a mayoristas, mercados centrales u otro tipo de plataformas. Se caracteriza por usar vehículos pequeños (turismo comercial o furgoneta) para realizar rutas con un solo origen y destino, normalmente por la mañana y una vez al día. El almacenamiento de la mercancía se realiza en el mismo establecimiento o en algún almacén cercano al punto de venta. Estos operadores tienen dificultades para estacionar los vehículos una vez efectuada la descarga.

ii *Establecimientos detallistas organizados*

Estos organizadores venden el producto, controlan la cadena logística y tienen plataformas de almacenamiento y distribución. A veces el servicio de transporte puede subcontratarse a transportistas autónomos o la gestión de la propia cadena puede externalizarse a un operador logístico. Se caracterizan por tratar con mercancías de gran tamaño con entregas diarias, siguiendo rutas con un único origen y destino normalmente y que pueden tener varias detenciones. Los vehículos usados son medianos y grandes y el tiempo para la operación de carga y descarga suele ser largo.



b) DEMANDANTES

b.1.- Establecimientos comerciales

i *HoReCa*

Corresponde a los establecimientos de hostelería, restauración, bares, hoteles, pubs, … En este sector predominan las empresas pequeñas, aunque aparecen cada vez más grupos formados por varias cadenas. Es necesaria una reposición de productos continua puesto que los lugares de almacenamiento suelen ser pequeños. El aprovisionamiento puede realizarse por medio de terceros o mediante autoaprovisionamiento.

- Aprovisionamiento de los establecimientos HoReCa por medio de terceros

Los principales proveedores son los distribuidores (empresas de transporte), operadores logísticos y el mismo productor con medios propios. Los vehículos usados son de tamaño pequeño o mediano y la mercancía posee dimensiones medianas. Se suele entregar por la mañana y se realiza una o dos veces por semana por cada proveedor. El servicio incluye la entrega, carga del producto de retorno y facturación. El tiempo de carga y descarga está en torno a los 15 minutos.

- Autoaprovisionamiento de los establecimientos HoReCa

Los vehículos que se usan son pequeños y la mercancía es de volumen medio. Este servicio puede ser diario y generalmente se realiza por la mañana en mercados mayoristas. El tiempo de carga y descarga suele rondar los 15 minutos.

ii *Distribuidor comercial organizado*

Este concepto incluye diferentes tipologías de productos que podemos clasificar en tres grupos: alimentación y supermercados, equipamiento de la persona y equipamiento del hogar. Predominan en este sector grandes grupos empresariales que se dedican a la distribución minorista.

- Alimentación y supermercados

Destaca el autoaprovisionamiento de las empresas de distribución comercial desde las plataformas hasta los establecimientos de su cadena, aunque algunos productos pueden ser distribuidos por el fabricante o algún operador logístico que trabaje para él. Hay que comentar las características de los servicios realizados por los proveedores y los servicios de autoaprovisionamiento.

- Proveedores

El servicio lo realizan operadores logísticos o el propio fabricante usando vehículos de diferentes tamaños en función de las necesidades. Los repartos suelen ser a diario y por la mañana durando entre 15 y 30 minutos. Los servicios prestados son: entrega, firma del albarán y *merchandising* en algunos casos.

- Autoaprovisionamiento

Se usan vehículos de tamaño mediano y grande y la mercancía es de gran volumen. El reparto suele realizarse diariamente cuando el producto es duradero y

varias veces si es perecedero. Las entregas son a primera hora de la mañana o de noche y rondan los treinta minutos.

El sector tiende a la concentración empresarial, siendo el supermercado de proximidad el que ha experimentado mayor auge en los últimos años. La mayor demanda en el sector es el autoaprovisionamiento desde la plataforma de distribución que está sustituyendo al desplazamiento de los distintos proveedores al punto de venta.

- Equipamiento de la persona

Este grupo está compuesto por los sectores textil, farmacéutico, perfumería, … El tipo de establecimientos que ofrecen tales productos cuentan con poca superficie de almacenaje por lo que necesitan recibir productos a diario.

- Proveedores

Son los operadores PEC y distribuidores y fabricantes con sus propios medios. Los vehículos usados son pequeños ya que la mercancía es escasa y de poco peso. El servicio incluye la entrega (inferior a 5 minutos) que suele ser diaria y la firma del albarán.

- Autoaprovisionamiento

El transporte lo realiza la empresa propietaria de los establecimientos. Se usan vehículos de tamaño mediano o grande debido al gran peso de la mercancía y el tiempo de carga descarga es largo, rondando los 30 minutos. Las entregas tienen una frecuencia variable y algunas empresas están optando por realizarlas de noche.

- Equipamiento del hogar

Destacan en este sector las empresas medianas que se dedican a la distribución detallista. Los productos que se tratan son de gran volumen (muebles, electrodomésticos…) y los establecimientos suelen contar con una superficie de almacenamiento en el propio establecimiento.

- Proveedores

Son distribuidores, operadores logísticos y fabricantes. Los vehículos usados, de tamaño medio, transportan grandes volúmenes de mercancía con una frecuencia de una

o dos entregas diarias. El tiempo de carga y descarga es de 30 minutos aproximadamente.

- Autoaprovisionamiento

Se usan vehículos de tamaño mediano o grande para mercancías de gran volumen y muy pesadas. El tiempo de carga y descarga es largo (en torno a los 30 minutos) y el horario es variable, realizándose una entrega diaria a lo sumo.

iii *Distribuidor comercial tradicional*

Este grupo lo constituyen empresas pequeñas, normalmente familiares que se dedican a cualquier tipo de sector. Predomina el autoaprovisionamiento de mercados mayoristas u otras plataformas y éste puede ser diario (en horario matutino), con un tiempo de carga y descarga bajo (sobre 15 minutos). Para ello se usan vehículos pequeños.

Menos habitual es el suministro por medio de distribuidores y productores. Éstos usan vehículos pequeños y trabajan con unos tiempos de carga y descarga entre los 15 y 30 minutos y siempre en horario de mañana.

iv *Centros de **trabajo** / empresas de servicios*

Este sector, a diferencia de los anteriores, comercializa servicios intangibles y está formado por despachos profesionales, bancos, agencias de viajes…

En este sector la mercancía está compuesta de documentos y pequeña paquetería que no necesita almacenamiento.

En este caso los operadores son del grupo PEC y se usan vehículos pequeños que trabajan a cualquier hora con tiempos de carga y descarga inferiores a 5minutos.

b.2.- Establecimientos industriales

i *Tendencia a escala regional*

Las escalas regional e internacional han experimentado en los últimos años un proceso de relocalización de las actividades en el área metropolitana que ha significado, a escala regional, el traslado hacia el área metropolitana de las actividades incompatibles con la ciudad. Este proceso se basa en el modelo de polígono industrial desde la década de 1960 y ha afectado sobre todo a los municipios más próximos a las grandes áreas urbanas. Estos polígonos se localizan en áreas donde la oferta de suelo es

mayor y más barata, contando además con una accesibilidad mayor. Esto ha supuesto que en muchas ciudades la actividad industrial se debilite en el núcleo urbano dando lugar a zonas abandonadas.

ii *La distribución urbana de mercancías en ámbitos urbanos por actividades industriales*

Aunque la tendencia de localización de los establecimientos industriales es en zonas metropolitanas aún hay un número elevado de actividades situadas en núcleos urbanos. Esto supone que sea necesaria una distribución urbana de mercancías tanto para el aprovisionamiento como para el reparto, con una periodicidad semanal, dependiendo de las necesidades de cada cadena. Se usan para ello vehículos de distintos tamaños. Las entregas suelen ser por la mañana y están muy planificadas.

b.3.- Domicilio particular

Hay dos formas de integrar la distribución de mercancías a domicilio en la cadena de suministro:

- Eslabón adicional: se añade a la cadena cuando la mercancía se encuentra en el establecimiento comercial
- Transporte directo desde un almacén hasta el domicilio (no pasa por ningún establecimiento detallista)

El origen de este servicio depende de cómo se realiza el pedido:

- Servicio a domicilio: la compra se realiza a través de una llamada o de forma presencial en el propio establecimiento.
- B2C (*business to consumer*): la compra se realiza a través de internet. En este caso es necesario que un operario prepare el pedido. El transporte puede realizarse de dos formas:
- Desde la plataforma central, externa al núcleo urbano
- Desde establecimientos de la cadena situados en la ciudad

Este tipo de servicio se aplica desde cadenas de alimentación hasta venta de muebles o electrodomésticos. En mercancías de gran volumen se suele incluir el servicio de instalación, alargando con ello el tiempo de entrega (puede ir desde treinta a sesenta minutos). Los vehículos usados son de tamaño mediano (furgonetas, camiones medianos).

Demandante	Tipo de productos	Proveedores			
		Tipo	Mercancía	Frec.	C/D
HoReCa	Alimentación, otros *	Distribuidores, operadores logísticos, productores con medios propios	Dimensión mediana	Una o dos veces por semana cada proveedor	15 min
Distribución comercial organizada	Alimentación y supermercados	Operadores logísticos, productores con medios propios	Distintas dimensiones	A diario	15-30 min
	Equipamiento de la persona	Operadores PEC, productores con medios propios	Dimensión pequeña	A diario	< 5 min
	Equipamiento del hogar	Distribuidores, operadores logísticos, productores con medios propios	Dimensión grande	Una o dos veces al día	30 min
Distribución comercial tradicional	Cualquier tipo	Distribuidores, productores con medios propios	Dimensión pequeña o mediana *	-	15-30 min
Centros de trabajo/empresas de servicios	Documentos, pequeña paquetería	Operadores PEC	Dimensión pequeña	-	< 5 min

Tabla 12: Características de aprovisionamiento a los distintos demandantes de productos (*elaboración propia a partir del libro "Logística urbana. Ciudad y Mercancías" -2010; Institut Cerdà- Los campos señalados con asterisco * se han deducido a partir de otras fuentes)*

Demandante	Tipo de productos	Autoaprovisionamiento		
		Mercancía	Frec.	C/D
HoReCa	Alimentación, otros *	Dimensión mediana	A diario	15 min
Distribución comercial organizada	Alimentación y supermercados	Dimensión grande	Una o varias veces al día	30 min
	Equipamiento de la persona	Pesada	Variable	30 min
	Equipamiento del hogar	Dimensión grande y pesada	Variable, máximo una vez al día	30 min
Distribución comercial tradicional	Cualquier tipo	Dimensión pequeña o mediana *	A diario	15 min

Tabla 13: Características de autoaprovisionamiento de los demandantes (*elaboración propia a partir del libro "Logística urbana. Ciudad y Mercancías" -2010; Institut Cerdà- Los campos señalados con asterisco * se han deducido a partir de otras fuentes)*

c) ADMINISTRACIÓN LOCAL

Los ayuntamientos y demás organismos públicos que conforman la administración local son, actualmente, los principales encargados de afrontar y gestionar los problemas de logística urbana, si bien, esto no significa que sean o deban ser los únicos responsables políticos en hacer frente a las cuestiones relacionadas con la organización y desarrollo de las actividades de transporte de mercancías en ciudades.

Los campos con los que la administración local cuenta para este asunto, según el libro de "*Logística Urbana. Ciudad y Mercancías*", son 6:

- Estrategia normativa
- Estrategia de información
- Estrategia de seguimiento de la operativa
- Estrategia de gestión de la capacidad
- Estrategia de sostenibilidad
- Mejora y desarrollo de infraestructuras

En el epígrafe 4.4 se detallan las medidas que este libro propone en líneas generales clasificadas según los 6 campos de intervención.

4.3. Caracterización

4.3.1. El comercio en la ciudad

Está claro que, a pesar de que el *e-commerce* es ya una parte importante de la demanda de mercancías a domicilios particulares y que sigue en auge, lo cierto es que los mayores demandantes en cantidad de volumen son los establecimientos comerciales.

La ciudad mediterránea históricamente ha concentrado sus actividades de comercio en el centro de las urbes, mientras que en EE.UU. se ha seguido un modelo pensado para el automóvil y con los establecimientos reunidos en grandes centros comerciales situados en las afueras. Paradójicamente, al mismo tiempo que Europa imita el modelo de EE.UU., este último parece querer cambiar dicho modelo por el de la ciudad europea, donde pasear y comprar por las calles es considerado sinónimo de funcionalidad y calidad de vida. No obstante, en ciertas ciudades de Europa se ha cambiado la tendencia de adoptar el modelo americano para volver a la ciudad

tradicional, aunque en forma de especialización y renovación de los comercios pequeños y medianos en los barrios *(Logística del Transporte, 2005; Robusté, F.)*.

De cualquier forma, actualmente el comercio minorista se suele situar en centros urbanos y requiere para su aprovisionamiento la entrada de transporte dentro de la ciudad. Este hecho hace que tenga que interactuar con todas las partes que constituyen la ciudad, lo que genera una serie de problemas.

4.3.2. Principales problemas

El informe titulado "*El transporte urbano y metropolitano en España*" de 2013 y publicado en 2015 por el Ministerio de Fomento, resume en uno de sus capítulos los impactos negativos más acusados derivados de la distribución urbana de mercancías. A saber:

- Impactos ambientales
  - Calidad del aire
  - Cambio climático
  - Ruido
  - Vibraciones
- Impactos relativos a la construcción y mantenimiento de infraestructuras asociada al transporte
  - Consumo de espacio
- Impactos sociales
  - Accidentes
  - Inseguridad
- Impactos sobre las operaciones urbanas
  - Interferencia con la circulación del resto de usuarios de la vía pública

4.3.3. Datos relevantes

El informe denominado "*Quantification of Urban Freight Transport Effects I*" (2006), resultado del proyecto BESTUFS II, hace una gran recopilación de los resultados obtenidos tras los 4 años que duró el proceso de adquisición de información. Dicho informe puede consultarse en la página web de susodicho proyecto: *http://www.bestufs.net*

Debido a la cantidad de información ahí disponible y a lo específico de los datos, se expone aquí datos más generales, ofrecidos por el libro "*Freight Transport Modelling" (Moshe Ben Akiva, Hilde Meersman, Eddy van de Voorde; 2013),* el cual recoge varios **datos relevantes** de referencia para el transporte de mercancías en áreas urbanas, como compilación de varios estudios. Estos son:

- Una ciudad genera en torno a:
  - 0,1 entregas o recogidas por persona por día.
  - Una entrega o recogida por trabajo y por semana.
  - Entre 300 y 400 viajes de camiones por cada 1000 personas al día.
  - Entre 30 y 50 toneladas de bienes por persona y por año.
- El transporte urbano de mercancías representa:
  - Entre el 10 y el 15 % de la distancia total recorrida por los vehículos en calles urbanas.
  - Entre el 2 y el 5 % del empleo en la ciudad.
  - Entre el 3 y el 5 % del suelo urbano se dedica al transporte de mercancías y la logística.
- La ciudad es centro de operaciones de mercancías y no sólo un lugar de consumo, ya que:
  - Entre el 20 y el 25 % de las T-km transportadas en áreas urbanas poseen un flujo saliente.
  - Entre el 40 y el 50 % es mercancía entrante.
  - Entre el 25 y el 40 % de los viajes generados tienen como destino la propia ciudad.

Aparte de estos datos, cabe destacar que el turismo aumenta la demanda sobre todo en sectores relacionados con el ocio y en el canal HoReCa y que existen variaciones temporales, más notables las de tipo estacional, especialmente agosto y Navidad.

Otro hecho notable, es que el porcentaje de los viajes en vacío en los trayectos intramunicipales e intermunicipales en una misma comunidad se sitúa en torno al 50% mientras que en los trayectos entre comunidades autónomas y en los internacionales el porcentaje es del 30% según la encuesta que publica anualmente el Ministerio de Fomento sobre el transporte de mercancías por carretera. Estos datos muestran el trabajo que hay por hacer para optimizar los flujos en ámbitos urbanos.

Yendo hacia el ámbito nacional, de los pocos estudios que se han hecho en España (sobre todo en Barcelona y Sevilla) se tiene otra información de interés (*La*

logística urbana de mercancías en España, 2001; Larrañeta, J. & Muñuzurri, J. & Montero, G. & Canca, D.):

- Existen 20 establecimientos comerciales (tiendas, HORECA, …) por cada 1.000 habitantes.
- La relación es 9 a 1 entre clientes finales y centros de distribución.
- Los establecimientos se concentran: 40 % centro, 40 % corona, 20 % pueblos y zonas rurales.
- Se estima 1 operación semanal por empleo.
- La tasa población activa multiplicada por la población de la ciudad, da una orientación del número de operaciones semanales.

4.3.4. Perfiles logísticos

a) CONCEPTO

El concepto de perfil logístico se basa en el hecho de que es posible identificar de forma más o menos razonable, grupos homogéneos de establecimientos con necesidades logísticas similares. Esta identificación parte de 3 puntos clave:

- Las características urbanas de la zona.
- Los requerimientos de los agentes logísticos.
- Las características de los productos.

Así pues, para determinar el perfil logístico es necesario calificar estos 3 pilares. Una clasificación sencilla es la propuesta por el proyecto *TURBLOG*, la cual se expone en los siguientes epígrafes.

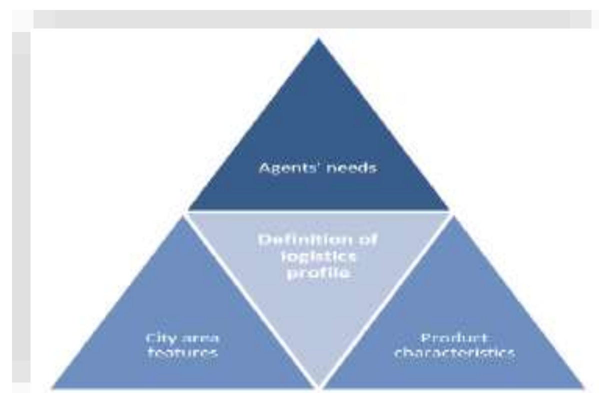


Figura 83: Partes que definen un perfil logístico *(Business Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)*

b) CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA URBANA

Para caracterizar el área urbana se contempla y clasifica según:

- Densidad comercial: en contraste con el número de residencias o industrias.
- Homogeneidad: mayor cuantos menos tipos distintos de comercios.
- Accesibilidad logística: según densidad de zonas de carga y descarga y nivel de congestión de las calles.
- Restricciones: existencia o no de ventanas temporales, accesos controlados, etc.

Features	Classification		
1.1. Commercial density	Low <30% Commercial face to residencies/services/industry	Medium 30% to 70% Commercial face to residencies/services/industry	High >70% Commercial face to residencies/services/industry
1.2. Homogeneity	Low Several types of services and products	Medium Mix of residential areas with offices and commercial stores	High Cluster of one type of service or similar products
1.3. Logistic accessibility	Bad	Reasonable	Good
1.3.1. Measures considering logistic needs	Bad level of access between the shop and the parking (e.g. no loading bays)	Some specific measures considering logistic needs (e.g. loading bays non exclusive)	Transport network suited for the logistic needs (e.g. exclusive loading bays)
1.3.2. Level of Congestion	High level of traffic congestion (Commercial speed < 3km/h)	Reasonable (High on peak hours)	Low (Fluid traffic - commercial speed >12km/h)
1.4. Restriction applied	Yes Off-peak hours, week days, …	No	

Tabla 14: Caracterización del área urbana para determinar perfiles logísticos (*Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)*

c) CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS

Se distingue entre:

- Dificultad de manipulación: esto depende del tamaño, peso y facilidad de agarrar y descargar el producto.
- Condiciones especiales: fragilidad y si es perecedero o no.

Characteristics	Classification		
2.1. Easiness of handling	Difficult	Reasonable	Easy
2.1.1. Size	Large (wheelbarrow, crane)	Medium (> 1 person to carry one unit)	Small (>1 unit per person to carry)
2.1.2. Weight	Heavy (wheelbarrow, crane)	Medium (> 1 person to carry one unit)	Light (>1 unit per person to carry)
2.1.3. Holding conditions	Difficult	Reasonable	Easy
2.2. Special conditions	Special needs e.g. valuable products, frozen products, etc..	Might have special needs e.g. open packages, if food handled ambient temperature, chilled, etc…	No special needs
2.2.1. Fragility	Fragile	Might have special needs	No special needs
2.2.2. Perishability	Perishable	Not perishable	

Tabla 15: Caracterización de productos para determinar perfiles logísticos (*Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)*

d) PERFIL DE LAS ENTREGAS

Es importante determinar:

- Urgencia: cuan urgente es.
- Frecuencia: desde menor a la entrega por semana a diariamente.
- Cantidad: cantidad de tiendas a servir por el proveedor y tamaño y peso de los vehículos utilizados.
- Planificación: si se sigue o no un patrón rutinario.

Characteristics	Classification		
3.1. Urgency of deliveries	Irrelevant	Relevant	Urgent
3.2. Frequency of deliveries	Low < once a week	Medium Several days per week	High Daily
3.3. Amounts to be delivered 3.3.1. Number of shops 3.3.2. Vehicles weight and size	Few One shop Light goods vehicle or smaller vehicles	Several Several shops Van / small truck	Many Retail center/big shops Heavy goods vehicles
3.4. Planned deliveries	No defined routine	Defined routine e.g. after hours deliveries, 8-10 a.m., ...	

Tabla 16: Caracterización del perfil de las entregas para determinar perfiles logísticos *Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)*

e) CLASES DE PERFILES LOGÍSTICOS

Se proponen 5 tipos de perfiles logísticos en función de la caracterización de los 3 pilares básicos antes mencionados, de entre los cuales existen propiedades consideradas clave, sobre todo aquellas relacionadas con las características urbanas tales como la densidad y homogeneidad comercial, accesibilidad y restricciones y también si el tipo de producto es perecedero o no. En el lado opuesto, otras características llamadas "áreas grises" no se consideran tan relevantes, por lo que la clasificación se orientará hacia aquéllas que sí lo son.

A continuación, se muestran los tipos de perfiles y a qué tipo de establecimientos responden, donde las características sombreadas en gris son las "áreas grises":

- **Perfil A: Agrupación de comercios especializados en un solo tipo de productos/servicios**
- **Perfil B: Hoteles, restaurantes, tiendas de alimentación y mercados de barrio**
- **Perfil C: Centro de negocios**
- **Perfil D: Grandes comercios**

- **<u>Perfil E</u>: Área residencial con tiendas de barrio**

Profile A	
City Area Features	
Commercial density	High
Homogeneity	High
Logistic acessibility Measures considering logistic needs Level of Congestion	Reasonable/Bad Some measures considering logistic needs High/Reasonable
Restriction applied	Yes/no
Product Characteristics	
Easiness of handling	Easy/Reasonable/Difficult
Special conditions	No special needs/special needs
Agent Profile/Deliveries Profile	
Urgency of deliveries	Irrelevant/Relevant/Urgent
Frequency of deliveries	Medium/High
Amounts to be delivered	Many
Planned deliveries	No defined routine/Defined routine

Tabla 17: Características del Perfil Logístico A (*Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)*

Profile B	
City Area Features	
Commercial density	Low/Medium/High
Homogeneity	Low/Medium/High
Logistic acessibility	Bad/Reasonable/Good
Restriction applied	Yes/No
Product Characteristics	
Easiness of handling	Easy/Reasonable/Difficult
Special conditions	Special needs
Fragility	Fragile
Perishability	Perishable
Agent Profile/Deliveries Profile	
Urgency of deliveries	Urgent
Frequency of deliveries	High
Amounts to be delivered	Several
Planned deliveries	Defined routine

Tabla 18: Características del Perfil Logístico B (Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)

Profile C	
City Area Features	
Commercial density	High
Homogeneity	Low
Logistic acessibility	Reasonable/Bad
Restriction applied	Yes
Product Characteristics	
Easiness of handling	Easy
Special conditions	No special needs
Agent Profile/Deliveries Profile	
Urgency of deliveries	Relevant/Urgent
Frequency of deliveries	High
Amounts to be delivered	Few/Several
Planned deliveries	No defined routine/Defined routine

Tabla 19: Características del Perfil Logístico C (*Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)*

Profile D	
City Area Features	
Commercial density	High
Homogeneity	Low
Logistic acessibility	Good
Restriction applied	No
Product Characteristics	
Easiness of handling	Easy/reasonable/Difficult
Special conditions	Might have special needs
Agent Profile/Deliveries Profile	
Urgency of deliveries	Relevant
Frequency of deliveries	Medium/High
Amounts to be delivered	Many
Planned deliveries	Defined routine

Tabla 20: Características del Perfil Logístico D (*Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)*

Profile E	
City Area Features	
Commercial density	Low/Medium
Homogeneity	Low/Medium
Logistic acessibility	Reasonable/Bad
Restriction applied	Yes
Product Characteristics	
Easiness of handling	Easy/reasonable/Difficult
Special conditions	Might have special needs
Agent Profile/Deliveries Profile	
Urgency of deliveries	Irrelevant/Relevant/Urgent
Frequency of deliveries	Low/Medium
Amounts to be delivered	Few/Several/Many
Planned deliveries	No defined routine/Defined routine

Tabla 21: Características del Perfil Logístico E (*Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)*

f) ÁMBITOS DE ACTUACIÓN MÁS ADECUADOS SEGÚN LOS PERFILES LOGÍSTICOS

Una vez determinado el perfil logístico (A, B, C, D o E), se propone una relación entre la idoneidad de intervenir con medidas de un ámbito u otro según el tipo de perfil.

En la Tabla 22: Relación entre los ámbitos de intervención más adecuados y los perfiles logísticos (*Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)* se gradúa entre muy apropiado (***) y no conveniente (0) el área de intervención para un determinado perfil.

Key Activities	Production + Distribution	Warehousing + Supporting Activities	Distribution
Business Model / Logistic Profile	Optimization / Intermodal distribution	Logistic Parks/Centres	Last mile solutions /Micrologistics Centre
A	+ + +	+ + +	0
B	+ + +	+ +	+ +
C	+	+ +	+ + +
D	+ + +	+ + +	0
E	+ +	0	+ + +

The suitability of services ranges from:
+++ 'Service well suited to profile' to 0 'Service is not appropriate for this profile

Tabla 22: Relación entre los ámbitos de intervención más adecuados y los perfiles logísticos (*Concepts and Models for urban logistics, 2011; TURBLOG)*

4.3.5. Parque de vehículos comerciales

El **parque de vehículos utilizados para la distribución de mercancías en la ciudad** está formado predominantemente por 2 tipos de vehículos:

- Furgonetas

Las furgonetas y furgones son los más empleados para el transporte urbano de mercancías. Las más demandadas son las furgonetas de tamaño medio ya que se adaptan mejor a las cargas y facilitan el desplazamiento por las calles de la ciudad.

- Camiones

Los camiones más demandados para la logística de larga distancia son los de gran tonelaje. Sin embargo, los más usados dentro de áreas urbanas son los camiones ligeros puesto que facilitan la circulación por calles estrechas, afectan menos al tráfico y son más económicos.

4.4. Tipos de intervenciones posibles y algunas recomendaciones

El manual de "*Logística Urbana. Ciudad y Mercancías*" (*Institut Cerdà, 2010*) dedica más de la mitad de su obra a la visión práctica de la logística urbana, esto es, el conjunto de herramientas e instrumentos que existen para intervenir en el desarrollo de las actividades relacionadas con la distribución urbana de mercancías.

Aquí, los autores establecen que son 6 los ámbitos por los cuales los Ayuntamientos pueden hacer frente a los problemas derivados del transporte urbano de bienes.

En los siguientes sub-apartados se resumen los principales mecanismos de actuación incluidos en cada ámbito, con la descripción, ventajas e inconvenientes y las recomendaciones ofrecidas por el citado libro.

Tipo de estrategia	Ejemplo de acción	Agente implicado	
		Público	Privado
Normativa	Ordenanzas municipales.	X	
	Movilidad y planeamiento urbanístico.	X	
Informativa	Mapas de transporte de mercancías.	X	
	La tecnología como fuente de mejora de la información.	X	X
	Señalización.	X	
De seguimiento de la operativa	Disciplina viaria (control policial y sanción).	X	
	Cámaras de control de acceso.	X	
De gestión de la capacidad (de la red y del vehículo)	Entregas en horas valle (nocturnas o no).	X	X
	Tasas sobre la circulación urbana.	X	
	Regulación y restricción de accesos.	X	
	Aprovechamiento de la capacidad del vehículo.	X	X
De sostenibilidad	Vehículos con menos emisiones.	X	X
	Vehículos con menos impacto acústico.	X	X
Mejora y desarrollo de infraestructuras	Diseño/implantación de zonas de carga y descarga.	X	
	Centros de consolidación urbana.	X	X
	Optimización de entregas sin presencia del destinatario.	X	X

Tabla 23: Listado de medidas habituales de intervención sobre la logística urbana según ámbito de aplicación y agentes implicados (*Logística Urbana. Ciudad y Mercancías, 2010; Institut Cerdà)*

Sin embargo, **no se incluyen aquí otras medidas innovadoras** fruto de investigaciones particulares, proyectos piloto y, sobre todo, de iniciativas y programas cofinanciados por la Unión Europea. Estos últimos, poseen el papel de principal fuente de información y aglutinan una gran cantidad de medidas innovadoras experimentadas, implementadas y en proceso de evaluación o no implementadas y con previsión de éxito futuro. Muchos de los referidos proyectos europeos se describen en el apartado 4.5.

4.4.1. Estrategia normativa

a) ORDENANZAS MUNICIPALES

- **Descripción y objetivos**

Recopilar las normas que regulan el funcionamiento de la logística urbana con el objetivo de formalizarlas jurídicamente y publicarlas para el conocimiento de los agentes implicados en la distribución urbana de mercancías.

- **Ventajas e inconvenientes**

Destacan las siguientes ventajas:

- Al redactar ordenanzas municipales sobre la logística urbana se establece una base que ayudará a la gestión de la distribución urbana de mercancías.
- Por medio de las ordenanzas la administración local regula la distribución urbana de mercancías.
- El proceso de redacción de las ordenanzas por parte de los agentes implicados favorecerá su futuro cumplimiento.

Destacan los siguientes inconvenientes:

- Al ser una normativa local, las ordenanzas pueden variar de un municipio a otro, lo que dificulta su conocimiento.
- Estos documentos describen detalladamente el funcionamiento de la distribución urbana dificultando su lectura.

- **Recomendaciones**

- Simplicidad y exhaustividad: las ordenanzas deberán ser de fácil entendimiento y no dejando margen a interpretaciones.
- Concentración de la normativa: evitar disponer de muchas normas reuniéndolas todas en un único documento si es necesario.

- Armonización en el ámbito supramunicipal: homogeneizar la normativa a nivel metropolitano para evitar la diversidad sobre normativa referente a un mismo tema en cada municipio.
- Concertación con los agentes implicados: será necesaria la implicación de todos los agentes (transporte, comercio, vecinos y ayuntamiento) para conocer y considerar las necesidades de cada uno.
- Difusión: después de la aprobación de la normativa es necesaria su difusión (mediante publicación y señalización u otros métodos como reuniones informativas). Sería recomendable la redacción de un documento que informe de las normas de obligado cumplimiento a los agentes que operan en una zona determinada.
- El contenido de la normativa suele tratar los siguientes puntos:
- Vehículos autorizados a estacionar en la vía pública
  * Delimitaciones de pesos y dimensiones
  * Delimitación de espacios en los que se permite la carga y descarga
  * Usuarios autorizados a usar las zonas de carga y descarga expresamente señalizadas (horarios, tiempo máximo de estacionamiento, distintivos…)
  * Procedimiento operativo y administrativo para los servicios especiales (combustibles, mudanzas…)
  * Obligación de realizar las operaciones en el interior del local siempre y cuando éste reúna las condiciones adecuadas
  * Normativa relativa a los límites de emisiones sonoras según el horario (ordenanza de sonidos y vibraciones)
  * Sanciones aplicables

- **Ejemplos**
  - Control de la contaminación acústica – Cataluña
  - Modificación de la normativa sobre logística urbana limpia (Clean Urban Logistics) – Venecia (Italia)
  - Mejora de la distribución urbana de mercancías – Génova (Italia)
  - Prioridad para los “vehículos limpios” – Norwich (Reino Unido)

b) MOVILIDAD Y PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

- **Descripción y objetivos**

Desarrollar eficientemente el transporte urbano de mercancías minimizando su impacto en las ciudades gracias a la capacidad de intervención integral que posee el urbanismo en el planeamiento de la ciudad.

- **Ventajas e inconvenientes**

Destacan las siguientes ventajas:

- Se optimiza la distribución urbana de mercancías y la movilidad de las personas.

Destacan los siguientes inconvenientes:

- La inexistencia de una buena base de datos sobre la distribución urbana de mercancías y las causas que la originan dificulta el planeamiento.

- **Recomendaciones**
  - Incorporar el factor de la distribución urbana de mercancías a los estudios de análisis territorial que preceden a la actividad planificadora.
  - Distribuir adecuadamente los usos teniendo como objetivo la disminución de los desplazamientos.
  - Integrar el urbanismo a la planificación sectorial de infraestructuras de transporte y logística.
  - Establecer los estándares urbanísticos y regular la concesión de licencias aplicando determinados requisitos con ayuda de la normativa y las ordenanzas:
    - Muelles de carga y descarga en el interior de nuevos establecimientos comerciales a partir de una determinada superficie
    - Superficie de almacenamiento mínima en la apertura de nuevos establecimientos comerciales
    - Fijación de un estándar de zonas de carga y descarga en función del número de establecimientos comerciales de los alrededores
  - Recoger en el planeamiento urbanístico la planificación de plataformas logísticas en el entorno metropolitano.

- **Ejemplos**
  - Control de la circulación y la operativa de carga y descarga de la distribución urbana de mercancías – Barcelona

4.4.2. Acciones formativas

a) MAPAS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

- **Descripción y objetivos**

La confección de este tipo de mapas tiene como objetivos la confección de mapas completos sobre el transporte de mercancías y la actualización en tiempo real de la información que aparece en ellos.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas que presentan destacan las siguientes:

- Posibilitar la optimización de rutas en función del estado del tráfico.
- Canalización del transporte pesado por vías adecuadas.
- Favorecer la planificación previa de rutas.

Como inconvenientes destacan los siguientes:

- Se aumenta la intensidad del tráfico pesado en determinadas vías por concentración de gran parte del transporte de mercancías.
- La consulta de estos mapas (dependiendo del método empleado) puede contribuir a la distracción del conductor.

- **Recomendaciones**

Un mapa completo de transporte de mercancías debería incluir la siguiente información:

- Rutas de camiones
- Información sobre restricciones o actuaciones en la vía (dimensiones, peso del vehículo, horarios, gálibos, …)
- Áreas de tráfico conflictivas
- Localización de aparcamientos para vehículos pesado
- Localización de sitios de interés (como polígonos industriales)

Estos mapas son de interés para la mayor parte de los agentes implicados en la distribución urbana de mercancías: comercios locales, empresas de transporte, organismos públicos.

- **Ejemplos**
  - Mapa de camiones – Nueva York (EEUU)

b) LA TECNOLOGÍA COMO FUENTE DE MEJORA DE LA INFORMACIÓN

- **Descripción y objetivos**

La incorporación de la tecnología en la distribución urbana de mercancías ha supuesto una disminución de costes (económicos, espaciales y temporales) en el desarrollo de la cadena de suministro, así como una mejora de la fiabilidad y de la información.

Entre las innovaciones tecnológicas destacan los sistemas de transporte inteligente (ITS "*Intelligent Transport Systems*") que se pueden dividir en dos grupos:

sistemas de gestión del transporte de mercancías (agentes privados) y sistemas de gestión del tráfico (agentes públicos).

Los sistemas de gestión del transporte de mercancías permiten:

- La planificación informatizada de las rutas.
- Obtener información en tiempo real sobre la localización del vehículo, cambios en las necesidades del cliente… mediante sistemas de navegación y control del tráfico.
- Sistemas de comunicación instantánea que permiten la comunicación entre transportista-empresa y transportista-cliente.
- Sistemas de reserva de espacio que permiten la coordinación de las llegadas de vehículos de transporte al mayor número de sitios.

Los sistemas de gestión del tráfico mejoran la fluidez y seguridad viaria. Necesitan el uso de soportes tecnológicos como los siguientes:

- Sistemas de control del tráfico urbano que coordinan la información de las pantallas de tráfico.
- Pantallas con información variable para el conductor.
- Sensores de disponibilidad de aparcamientos.
- Sistemas para medir la duración del trayecto mediante reconocimiento automático de matrículas.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan:

- Mejora de la gestión municipal de la distribución urbana de mercancías.
- Aumento de la eficiencia del transporte de mercancías, reducción de costes y posibilidad de ofrecer otros servicios.
- Aporte de seguridad al gestor y mejora de la percepción del servicio por parte del usuario.

Algunos de los inconvenientes son los siguientes:

- Algunos de los servicios no están al alcance de todas las empresas debido al coste elevado.
- La información en tiempo real necesita un seguimiento minuto a minuto.
- Existe una gama amplia de tecnologías que se destinan a usos parecidos por lo que supone un inconveniente de cara a una futura integración de los sistemas usados en una determinada zona.

- **Recomendaciones**
  - Mantener la información actualizada periódicamente.

- Compatibilidad entre sistemas de información implantados en municipios de la misma región.
- Continuar proporcionando información fiable.

- **Ejemplos**
  - Sistema ITS – Japón
  - Empresas con gestión de flotas
  - Sistema de gestión y control del tránsito (UTMC) – Stratford-Upon-Avon

c) SEÑALIZACIÓN

- **Descripción y objetivos**

La señalización de la trama urbana en el ámbito de la distribución urbana de mercancías tiene como objetivo informar sobre los siguientes aspectos:

- Zonas no apropiadas para la circulación de un vehículo. Para indicarlas se usa señalización vertical que indique los usuarios prioritarios, horarios de acceso permitido, velocidad máxima…
- Normas de aparcamiento para carga y descarga. Se combina el uso de señalización vertical (que indique los usuarios autorizados, horarios, tiempo máximo de operación, etc.) y horizontal (que delimite claramente la zona afectada).
- Ubicación de áreas de camiones o de zonas industriales clave. Se emplea el uso de señalizaciones verticales sucesivas para guiar a los conductores a determinadas zonas optimizando los trayectos y evitando que se pierdan.
- Rutas recomendadas para camiones. Se sitúa una señalización vertical en la entrada y salida de las áreas urbanas, en ella se muestran las rutas disponibles para vehículos de ciertas dimensiones.

Tras la incorporación de la tecnología a la señalización aparece el concepto de *señalización variable en tiempo real,* que gestiona y adapta las indicaciones sobre estado de la vía en tiempo real.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan las siguientes:

- La señalización (ya sea horizontal o vertical) indica la normativa que afecta en cada zona.
- La señalización horizontal indica el área afectada por la señalización vertical.
- La señalización permite avisar de posibles peligros (como la proximidad de una escuela, los gálibos…).

Entre los inconvenientes destacan los siguientes:

- La señalización horizontal requiere de mantenimiento para conservar la visibilidad.
- La señalización vertical puede suponer una barrera arquitectónica en la vía pública o restar visibilidad en función de su ubicación.
- Puede suponer una pérdida de concentración en el conductor cuando no es lo suficientemente clara.

○ **Recomendaciones**
- Asegurarse de que las señales están bien ubicadas y son claras en sus indicaciones ya que su lectura se suele hacer en movimiento y no deben suponer una distracción para el conductor.
- Comprobar que las señales guía son suficientes para permitir la llegada al destino sin confusiones.
- Respaldar la señalización mediante una normativa.
- Mantener en buen estado de conservación la señalización horizontal.
- Respaldar la señalización mediante un control para que el usuario de la vía pública conozca su obligatoriedad.

○ **Ejemplos**
- Señalización de las zonas de carga y descarga – Barcelona

4.4.3. Acciones de seguimiento de la operativa

a) APLICACIÓN DE LA DISCIPLINA VIARIA (CONTROL POLICIAL Y SANCIÓN)

○ **Descripción y objetivos**

Para un funcionamiento correcto de la logística urbana es necesario el cumplimiento de las leyes y normas de tráfico por parte de los usuarios. Las siguientes infracciones se establecerán como objetivos prioritarios debido al impacto que tienen sobre el buen funcionamiento de la logística urbana:

- Vehículos comerciales que operan fuera de las zonas de carga y descarga (en la acera, en la vía pública…).
- Vehículos comerciales que no cumplen las normas de uso de las zonas de carga y descarga (sobrepasan el tiempo máximo).
- Vehículos no autorizados que ocupan las zonas de carga y descarga (turismos).

Será necesaria una normativa que permita sancionar y procesar judicialmente a los infractores para hacer cumplir la normativa correctamente.

- **Ventajas e inconvenientes**

Destacan las siguientes ventajas:

- Haciendo cumplir la disciplina viaria se contribuye a la mejora global del tráfico.
- Realizando un control correcto del uso de zonas de carga y descarga se asegura su disponibilidad para los vehículos autorizados evitando que estos ocupen otras zonas no destinadas a ello.

Entre los inconvenientes destacan los siguientes:

- Para realizar el control del uso de zonas de carga y descarga correctamente se necesita mucho personal ya que actualmente este control dispone de una baja tecnificación.
- Se dificulta la tarea del cumplimiento de la normativa en cuanto a las zonas de carga y descarga debido a la facilidad para manipular los mecanismos que controlan estas zonas.

- **Recomendaciones**
  - Es necesario ajustar el nivel de cumplimiento de la normativa deseado al presupuesto disponible para no excederse en el presupuesto.
  - El uso de la tecnología para el control de la circulación ha supuesto un refuerzo para las autoridades policiales que venían desempeñando esta tarea sin necesidad de contratar mucho personal.
  - Es necesario el consenso entre el sector implicado y la autoridad policial a la hora de establecer la normativa para favorecer su cumplimiento.
  - El consenso entre el sector implicado y las autoridades policiales a la hora de redactar la normativa favorecerá su cumplimiento.
  - Es conveniente comunicar la nueva normativa vigente a las partes implicadas a través de circulares informativas.
  - La sanción económica debe combinarse con la actuación de la grúa municipal.
  - Es necesario el control periódico de las zonas de carga y descarga para evitar su mal uso.
  - Es necesario un método de control de las zonas de carga y descarga que aumente la facilidad de seguimiento y reduzca la facilidad de manipulación.

- **Ejemplos**
  - Control de las zonas de carga y descarga

b) CÁMARAS DE CONTROL DE ACCESO

- **Descripción y objetivos**

El objeto de este sistema es controlar o restringir el tráfico en determinadas zonas. Las cámaras de videovigilancia son la infraestructura básica necesaria para implantar un sistema de control de acceso de este tipo. Deberán estar equipadas con tecnología infrarroja y conexión a la red para poder enviar la información a un punto de control. Es conveniente disponer de una tecnología en los puntos de control, que permita la automatización por medio de algún sistema de información geográfica. Se podrán gestionar también las autorizaciones o excepciones para los usuarios que estén exentos de este control.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan:

- Se garantiza un control total del cumplimiento de la normativa.
- Sirve como instrumento de gestión de datos de movilidad.
- Puede ser de ayuda en la detección de vehículos robados.

Destacan los siguientes inconvenientes:

- Supone una inversión inicial elevada.
- Requiere de mantenimiento para asegurar un funcionamiento correcto.

- **Recomendaciones**
  - Las cámaras deben situarse en zonas que dificulten el vandalismo.
  - Se aconseja avisar del inicio y final de la zona afectada por el control de las cámaras.
  - El uso de este sistema de control requiere un mantenimiento periódico.

- **Ejemplos**
  - Control de accesos por cámara – Rambla de Barcelona

4.4.4. Acciones de gestión de la capacidad

a) ENTREGAS EN HORAS VALLE

- **Descripción y objetivos**

El aumento del flujo del transporte de mercancías junto con el uso masivo del vehículo privado ha derivado en numerosos problemas de tráfico que merman la calidad de vida en las ciudades y suponen un problema para la competitividad de las empresas. Por ello reducir la saturación de las infraestructuras en las horas punta se ha convertido en el objetivo principal para mejorar la competitividad de la logística del transporte. La medida con más peso para lograrlo es la gestión de las mercancías en horas valle.

- La logística nocturna:

La franja valle más extensa y con menos intensidad de circulación es la nocturna, debido a ello se reducen los tiempos de distribución, se ahorra en combustible y se reducen las emisiones contaminantes consiguiendo aumentar el número de viajes.

Esta franja horaria tiene un importante potencial de crecimiento, pero no es apta para todas las empresas. Es más adecuada para las empresas que trabajan con cargas completas o tienen una logística propia que no depende de otras cadenas, para las empresas que trabajan con cargas fraccionadas no sería rentable.

Se debe tener en cuenta que los nodos logísticos y la contratación de trabajadores (ambos factores de entorno) dificultan el desarrollo de este tipo de logística:

* Nodos logísticos: algunos de ellos no están disponibles al público por la noche (como los puertos españoles, las terminales ferroviarias, etc.)
* Contratación de trabajadores: el trabajo nocturno dificulta la contratación de personal, ya que no todo el mundo es apto para él o está dispuesto a realizarlo. La nocturnidad, además, encarece el precio por hora y trabajador.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan:

- Reducción del tiempo de recorrido y ahorro de combustible (menos emisiones contaminantes).
- Posibilidad de realizar un menor número de viajes debido a que los vehículos de mayor tamaño pueden circular por la ciudad durante la noche.

Destacan los siguientes inconvenientes:

- Necesidad de garantizar la rentabilidad del servicio nocturno (complementariedad con otras cadenas logísticas).

- Dificultad para contratar personal con el consecuente aumento del coste de contratación.
- Mayores requisitos sobre contaminación acústica que suponen una inversión en los vehículos.

- **Recomendaciones**
  - Realizar una armonización de las ordenanzas municipales a escala supramunicipal.
  - Contribuir a la transferencia tecnológica.
  - Introducir medidas de gestión en la red que favorezcan el transporte de mercancías en horas valle y penalicen el transporte en horas punta (reducción de peajes en horas valle, aligeramiento de las restricciones…).
  - El reparto en horas valle no coincide con el horario comercial por lo que no se dispone de receptor en el establecimiento, para solventar esto se pueden usar consignas o centros de distribución urbana. También hay que tener en cuenta que hay establecimientos que se pueden adaptar mejor a este horario de reparto: empresas de distribución comercial organizada, mercados municipales (abiertos desde las 6h) y cafeterías (abiertas desde las 6 o las 7h).

- **Ejemplos**
  - Distribución en horas valle a los establecimientos de Mercadona

b) TASAS SOBRE LA CIRCULACIÓN URBANA

- **Descripción y objetivos**

Las tasas sobre circulación urbana, conocidas como peaje urbano, surgen:

- Para mejorar la circulación
- Como compromiso para reducir la contaminación
- Para financiar nuevas infraestructuras y servicios de transporte público

- **Funcionamiento**
  - Control

La mayor parte de los sistemas fijan un perímetro a partir del cual se cobra peaje urbano. En cuanto a las cuotas, en algunas ciudades se paga una tasa fija en determinadas franjas horarias, en otras se usa una tasa variable (máxima en horas punta de los días laborables, mínima o inexistente en horas valle y fines de semana).

- Pago

En todos los sistemas instalados se usa cámaras para fotografiar las matrículas y generar unos listados en los que posteriormente se comprueba el estado del pago.

Suelen estar exentos de este pago los vehículos de emergencia, los usuarios con minusvalías, vehículos híbridos, etc. El plazo del pago suele ser de unos días después del paso por la zona y el pago del mismo se puede realizar en establecimientos autorizados, a través de internet, teléfono móvil, directamente…

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan las siguientes:

- Beneficia a los usuarios del autobús (debido a un aumento de su velocidad comercial, su frecuencia de paso y su fiabilidad).
- En algunos casos supone un aumento del número de usuarios del transporte público.
- Se consiguen mejores condiciones de trabajo para los empleados del transporte.
- Se reducen los períodos de congestión intensa y el tiempo de acceso a la ciudad.
- Se obtienen mejoras en los niveles de contaminación en la ciudad.

Destacan los siguientes inconvenientes:

- Es probable una reacción negativa de los ciudadanos y de los comercios.
- Es difícil cuantificar la mayor parte de los beneficios obtenidos.
- Es necesario realizar una inversión en tecnología.
- Hay que tener en cuenta el posible aumento del número de usuarios del transporte urbano.
- Pueden aparecer efectos negativos (como la congestión) en la frontera de la zona de peaje.

- **Recomendaciones**

Es necesario el apoyo político y social de este tipo de iniciativas para evitar su fracaso. Los siguientes factores pueden contribuir a aceptar este tipo de tasas:

- Ofrecer alternativas de calidad al vehículo privado.
- El sistema de precios y pago debe ser claro y fácil de aplicar incorporando la complejidad de forma gradual para facilitar la adaptación de los usuarios.
- Se debe realizar una campaña de comunicación que explique la insostenibilidad de la situación y la necesidad de actuar.

- **Ejemplos**
  - Peaje urbano – Singapur
  - Peaje urbano – Estocolmo (Suecia)
  - Peaje urbano – Londres (Reino Unido)

c) REGULACIÓN Y RESTRICCIÓN DE ACCESOS

- **Descripción y objetivos**
  - Acciones destinadas a la regulación: para que los vehículos de mercancías circulen por las vías más adecuadas en el interior de las ciudades.
  - Acciones destinadas a la restricción: para promover las zonas peatonales como medida para proteger determinados espacios urbanos de valor arquitectónico, cultural o comercial de la presencia de vehículos, para potenciar la actividad comercial de una zona, etc.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan:

- Se evita el paso de vehículos de transporte de mercancías por calle no adecuadas para ello.
- Se contribuye a potenciar la actividad comercial de una zona determinada.
- Se protegen espacios de valor arquitectónico y cultural.
- Se proporciona a los ciudadanos espacios para pasear.

Destacan los siguientes inconvenientes:

- Requiere una concertación con los agentes implicados (en su mayoría comerciantes).
- Se necesita una buena señalización que indique las alternativas de paso.
- Se necesita la introducción de tecnología para gestionar el sistema.

- **Recomendaciones**
  - Adaptar el criterio de regulación de acceso a la ciudad en cuestión.
  - Concertar con los agentes implicados. Es necesario establecer una regulación consensuada con todos los agentes teniendo en cuenta las necesidades de cada uno.
  - Caracterizar los vehículos afectados por la regulación o restricción con indicadores como el MMA (masa máxima autorizada), las dimensiones de los vehículos, los niveles de emisiones sonoras, etc. La eficiencia de estos indicadores dependerá del problema que se esté tratando.
  - Delimitar los horarios de las restricciones.
  - Señalizar adecuadamente.
  - Ofrecer alternativas de paso.

- **Ejemplos**
  - Regulación del acceso a la isla peatonal del portal de l’Àngel – Barcelona
  - Restricción de acceso en el casco antiguo – Burgos

d) GESTIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA RED: APROVECHAMIENTO DEL FACTOR DE CARGA

- **Descripción y objetivos**

Se entiende por factor de carga <<la ratio que resulta de dividir la cantidad de carga que transporta un vehículo por su capacidad de carga máxima. Se puede medir en masa (toneladas) o en volumen (litros)>>.

Este factor sirve para determinar la eficiencia de las empresas de transportes en sus operaciones. Algunos países de la Unión Europea han puesto en marcha iniciativas para mejorar la eficiencia del transporte de mercancías aumentando el grado de carga de los vehículos.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan:

- Se disminuyen el consumo de combustible y las emisiones contaminantes.
- Se evitan viajes en vacío.
- Se consigue una mayor eficiencia del transporte y por consiguiente una reducción de costes.

Entre los inconvenientes destacan los siguientes:

- Se requiere una buena planificación por parte de las empresas privadas.
- Se necesita invertir en programas informáticos para optimizar los flujos.

- **Recomendaciones**
  - Diseñar el formato de los bultos en función del tipo de vehículo que los transportará. Esto puede suponer un ahorro en distancias recorridas, combustible consumido, etc. Supone una inversión inicial elevada que puede recuperarse rápidamente.
  - Invertir en tecnologías que ayuden a la optimización de la distribución urbana.

- **Ejemplos**
  - Proyecto Start (Short Term Actions to Reorganize Transport of Goods)

4.4.5. Acciones de sostenibilidad

a) VEHÍCULOS CON MENORES EMISIONES (GASES CONTAMINANTES Y DE EFECTO INVERNADERO)

- **Descripción y objetivos**

El objetivo principal de esta medida es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de partículas en suspensión derivadas del uso de combustibles fósiles tradicionales para adaptar la distribución urbana de mercancías a las exigencias medioambientales actuales de las ciudades. Algunas de las soluciones desarrolladas últimamente como sustitución del uso de combustibles tradicionales son: gas natural vehicular, hidrógeno, biocombustibles (bioetanol y biodiesel), vehículos eléctricos e híbridos, vehículos de tecnología convencional en conformidad con directivas como la Euro III y la Euro IV, bicicletas o triciclos de propulsión mecánica o eléctrica.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan las siguientes:

- Los vehículos que consumen combustibles alternativos son más respetuosos con el medio ambiente.
- Estos vehículos suelen ser más silenciosos.
- Optimizan el uso de recursos y contribuyen a la diversificación de fuentes de combustible.
- En determinados combustibles el coste por kilómetro es menor.

Destacan los siguientes inconvenientes:

- Estos vehículos requieren una inversión superior.
- Hay escasez de puntos de recarga de combustible.
- Es necesaria la formación del personal.
- En algunos casos la tecnología no se ha desarrollado del todo aún.

- **Recomendaciones**

Los vehículos ecológicos tienen un coste superior a los vehículos tradicionales y su introducción en las flotas de transporte de mercancías corre a cuenta de las empresas privadas, por ello la administración pública podría incentivar su uso con medidas como las siguientes:

- Subvenciones directas para la adquisición de este tipo de vehículos.
- Subvenciones para la sustitución de vehículos viejos.
- Incentivos para la adquisición de vehículos ecológicos como: reducir impuestos, horarios de carga y descarga más amplios, zonas de carga y descarga de uso preferente, acceso a las zonas peatonales, etc.

- **Ejemplos**
  - Vehículos eléctricos. Proyecto ELCIDIS – Rotterdam (Holanda)
  - Zona de bajas emisiones – Londres (Reino Unido)
  - Distribución de comida con vehículos de gas natural comprimido – Turín (Italia)
  - Vehículos eléctricos. Proyecto EVD-POST
  - CITYCARGO: Distribución de mercancía por medio de tranvías de carga – Ámsterdam (Holanda)
  - Zona de bajas emisiones – Madrid (En estudio)

b) VEHÍCULOS CON MENOS IMPACTO ACÚSTICO

- **Descripción y objetivos**

Uno de los principales objetivos de las ciudades europeas es reducir la contaminación acústica generada por el tráfico rodado y las actividades relacionadas con los vehículos de transporte de mercancías. Hoy en día se dispone de tecnología para reducir el impacto sonoro que generan los vehículos, pero no se adapta de forma generalizada por parte de las empresas debido al coste elevado que supone. Los sistemas de reducción del impacto acústico más interesantes son:

- Sistemas de refrigeración silenciosos.
- Insonorización.
- Ruedas silenciosas.
- Dispositivo limitador de velocidad y revoluciones.
- Persianas eléctricas.
- Cierre silencioso de puertas.
- Tecnologías antivibración de los sistemas de tracción.
- Sistemas de sujeción de la carga.
- Sistemas de cámaras.
- *Roll container* (combi silencioso)

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan:

- Se reduce la contaminación acústica y se mejora la calidad de vida de los ciudadanos.
- Se garantiza el respeto de los límites de decibelios establecidos por los municipios.

Destacan los inconvenientes siguientes:

- Se requiere de una inversión mayor que en un vehículo convencional.
- Se necesita la formación del personal en algunos casos.

- **Recomendaciones**

- Promover la incorporación de este tipo de vehículos a las empresas de transporte y los avances tecnológicos de reducción de ruidos en las operaciones de carga y descarga mediante subvenciones o ventajas fiscales.
- Mejorar la formación del personal y contribuir a la concienciación sobre todo lo relacionado con la contaminación acústica mediante campañas municipales, campañas internas de la empresa, códigos de buenas prácticas, etc.

- **Ejemplos**
  - PIEK PROGRAMM - Holanda

4.4.6. Acciones de infraestructura

a) DISEÑO/IMPLANTACIÓN DE ZONAS DE CARGA Y DESCARGA

- **Descripción y objetivos**

Estas zonas de la vía pública están reservadas a la carga y descarga de mercancías y se ubican cerca de establecimientos comerciales. El objetivo de esta medida es desarrollar esta actividad sin interferir en la circulación del resto de usuarios.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan:

- Se dispone de un espacio exclusivo reservado para los agentes de la distribución urbana de mercancías.
- Disminuye el estacionamiento de vehículos dedicados a la distribución de mercancías en zonas no autorizadas.

Entre los inconvenientes destacan:

- Se necesita un seguimiento periódico para evitar el mal uso de estas zonas tanto por los vehículos autorizados para ello (exceder el tiempo máximo permitido) como por los no autorizados (turismos).

- **Recomendaciones**
  - Establecer el tipo y dimensión de las zonas de carga y descarga en función de los tipos de comercios a los que prestará servicio.
  - Establecer una franja que cubra los horarios comerciales.
  - Establecer un límite de tiempo el estacionamiento en estas zonas permitiendo así la rotación. Se recomienda además el uso de un sistema de control del tiempo de estacionamiento.
  - Señalizar de forma clara y visible la zona en cuestión.
  - Prever la combinación de esta medida con otras medidas de sostenibilidad (como reservar plazas para vehículos ecológicos).

- **Ejemplos**
  - Puntos de carga y descarga respetuosos con el medio ambiente – Bremen (Alemania)
  - Carriles “multiuso” - Barcelona

b) LOS ESPACIOS LOGÍSTICOS URBANOS (CENTROS DE CONSOLIDACIÓN URBANA)

- **Descripción y objetivos**

Los *centros de consolidación urbana* (CCU), o también conocidos por sus siglas en inglés *UCC* (*Urban Consolidation Centres*), son “instalaciones logísticas situadas relativamente cerca del área geográfica a la que sirven (centro urbano, ciudad entera o lugar específico – como un centro comercial) en la que varias empresas de logística entregan sus productos destinados a la zona en cuestión. Desde esos centros se realizan los repartos y se proporcionan servicios de logística y comercio de valor añadido”.

Se pueden distinguir tres tipos de centros en función de su objetivo:

- CCU que abastece a un municipio. Prestan servicio a un área que varía desde una zona concreta de un municipio hasta al municipio completo.
- CCU que abastece a una única dirección. Prestan servicio a una actividad en concreto.
- Proyectos especiales de CCU. Prestan servicio a una zona concreta durante un período de tiempo determinado.

- **Ventajas e inconvenientes**

Destacan las siguientes ventajas:

- En relación con el transporte
  - Se reduce el tiempo de transporte, la distancia recorrida
  - Se aumenta la eficiencia en la relación volumen/peso de los vehículos

  * Se mejoran las zonas de carga y descarga
- En relación con otras actividades de la cadena de suministro
  * Se reducen costes y se mejora el servicio (mejor gestión del almacén y mayor facilidad en el control de calidad y cantidad del producto)
- En relación con aspectos económicos
  * Se aumenta la eficiencia en el proceso de suministro (se reduce el coste por unidad de transporte)
- En relación con aspectos sociales y ambientales
  * Se reduce el número de vehículos dedicados al transporte de mercancías en áreas urbanas
  * Se posibilita el uso de vehículos ecológicos y la entrega en horarios no convencionales

Destacan los siguientes inconvenientes:

- En relación con el transporte
  * La creación de un punto de entrega nuevo puede encarecer el transporte en futuros repartos
- En relación con otras actividades de la cadena de suministro
  * Se pierde la relación directa entre proveedores y consumidores
  * Se dificulta la organización de operaciones (requisitos de almacenamiento y manipulación de diversos productos)
- En relación con aspectos económicos
  * Los costes para la creación del CCU son elevados
- En relación con aspectos sociales y ambientales
  * Se da la posibilidad de que aparezcan monopolios

o **Recomendaciones**
- Se necesita la colaboración de transportistas, comerciantes y administración pública para que la iniciativa pueda salir adelante.
- Hay que tener en cuenta que no todos los productos son aptos para gestionarse por un centro de este tipo (entre ellos se encuentran los productos perecederos o los productos con necesidades específicas de manipulación).
- A la hora de valorar la implantación de un centro de consolidación urbana es necesario considerar tanto los beneficios y costes sobre la cadena de suministro como los beneficios derivados de mejoras ambientales.
- Antes de poner en marcha un centro de consolidación urbana es necesario realizar un estudio de viabilidad e intentar conseguir la autofinanciación, aunque todavía no se ha logrado en ningún caso.
- Es importante la ubicación de estos centros: deben encontrarse cerca de la zona a la que prestan servicio sin estar dentro de ella para evitar la entrada de vehículos pesados.
- Hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea la distancia del centro de consolidación a la zona de entregas mayor será el beneficio medioambiental debido a que en la última milla pueden usarse vehículos ecológicos.

- **Ejemplos**
  - Casos en que un centro de consolidación urbana abastece a un municipio – Bristol (Reino Unido)
  - Casos en que un centro de consolidación urbana abastece a un municipio – La Rochelle (Francia)
  - Casos en que un centro de consolidación urbana abastece a un municipio – Bordeaux (Francia)
  - Casos en que un centro de consolidación urbana abastece a un distrito – Sant Andreu (Barcelona)
  - Casos en que un centro de consolidación urbana abastece a un distrito – Centro histórico de Málaga
  - Casos en que un centro de consolidación urbana abastece a un único destino – Aeropuerto de Heathrow (Reino Unido)
  - Casos especiales de centro de consolidación urbana. Caso de dedicación a la construcción – Hammarby (Suecia)
  - Distribución de productos de consumo por ferrocarril al centro de París desde los almacenes de una cadena de supermercados - Francia

c) OPTIMIZACIÓN DE ENTREGAS SIN PRESENCIA DEL DESTINATARIO

- **Descripción y objetivos**

El sistema tradicional establecido para la entrega final a particulares es el envío a domicilio. Este sistema necesita la presencia del cliente en el domicilio justo en el momento de recibir el envío, lo cual no siempre ocurre, generando gastos innecesarios. Como alternativa a este sistema se han establecido otros que no requieren la presencia del usuario:

- Sistemas de envío sin presencia en domicilio. Se instala alguna infraestructura en la vivienda que no necesite la presencia del usuario para recibir el envío. Las más utilizadas son:
  - Buzones de recepción: buzones situados en el exterior del domicilio.
  - Buzones de entrega: buzones instalados temporalmente en algún lugar seguro del domicilio del usuario cuya propiedad es de la empresa de envíos.
  - Sistemas de acceso controlado: el conductor accede a la zona mediante un código y deja en ella la mercancía.

- Sistemas de envío sin presencia, en otras ubicaciones. Lugares de recogida distintos al domicilio, acordados con el cliente.

* Puntos de recogida: se establecen en función de la proximidad a oficinas de correo, almacenes o estaciones de servicio en función de las preferencias del cliente y disponen de un amplio horario.
* Consignas: conjunto de estaciones de almacenamiento de poca capacidad que rotan frecuentemente.

- **Ventajas e inconvenientes**

Entre las ventajas destacan las siguientes:

- Se flexibiliza la cadena logística aumentando su eficiencia y fiabilidad.
- Se minimizan las entregas fallidas por ausencia del usuario, se evitan desplazamientos innecesarios y se reducen las emisiones contaminantes y de efecto invernadero.
- Se facilita la planificación de rutas de reparto debido a que los puntos de entrega son fijos.
- Permite al usuario recoger a cualquier hora la mercancía.

Destacan los siguientes inconvenientes:

- Se necesita una inversión en infraestructura y tecnologías (en las consignas automatizadas) y en personal (en las consignas manuales).
- Se pierde el contacto directo con el cliente.
- Los desplazamientos del usuario para recoger la mercancía pueden tener un efecto local en el tráfico. El desplazarse para recoger el producto puede ser una medida poco aceptada en ciertos colectivos.

- **Recomendaciones**
  - Es fundamental una ubicación adecuada de las consignas (bien conectadas con el transporte público) para no ocasionar un aumento del número de desplazamientos de turismos hacia las mismas.
  - Este tipo de medida tiene más probabilidad de funcionar en el caso de clientes particulares que en el de comercios.
  - Las consignas pueden ser multicliente o monocliente (concentrando las entregas de uno o más operadores) con objetivo de conseguir un mayor radio de acción.
  - Hay que realizar la inversión adecuada prediciendo la demanda que tendrá el servicio.
  - Hay que conseguir que el servicio sea rápido, fiable, flexible y con un precio justo para atraer una mayor demanda.

- **Ejemplos**
  - Packstation – Alemania

4.5. Estudios europeos

Tal ha sido el auge en el interés de la logística urbana que así lo demuestra la cantidad de **estudios y proyectos recientes que la Comisión Europea ha encargado**, sabidos del desconocimiento y falta de datos al respecto. Entre los más importantes se detallan algunos más adelante, parte de ellos ordenados según sus propuestas más importantes tal y como muestra la Tabla 24.

ESTRATEGIAS PROPUESTAS EN LOS PROGRAMAS ESTRUCTURALES (FP) DE LA UE	PRIMEROS PROYECTOS DESTACADOS
Cambios en el reparto modal (FP4)	UTOPIA
Transición en transporte multimodal (FP4)	REFORM
Terminales de calidad (FP4)	FV-2000
Programa RTD de transportes (FP4)	IDIOMA
Movilidad sostenible e intermodalidad (FP5)	BESTUFS, D2D, CIVITAS I
La ciudad del mañana y patrimonio cultural (FP5)	CITY FREIGHT
Sistemas y servicios para los ciudadanos: Movilidad e infraestructuras inteligentes para el transporte (FP5)	GIFT, MOSCA, eDRUL
Economía y energía eficiente para una Europa competitiva (FP5)	CIVITAS
Desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas (FP6)	CIVITAS II

Tabla 24: Primeros proyectos destacados encargados por la Comisión Europea en el ámbito de la logística urbana (*Urban Freight Transport and Logistics: An overview of the European research and policy, 2006; Comisión Europea*)

Entre los proyectos e iniciativas surgidos a raíz de los *FP* de finales del siglo pasado y principios de este, sobresalen por encima de todos el denominado *BESTUFS*, del que se tuvo que hacer una segunda parte (*BESTUFS II*) dado su éxito y la iniciativa

CIVITAS, que dio lugar a otros muchos proyectos, de los cuales, algunos de ellos se extienden hasta la actualidad.

Estos y otros proyectos relacionados con la logística urbana se describen en los epígrafes siguientes (*Urban Freight Transport and Logistics: An overview of the European research and policy, 2006; Comisión Europea*).

4.5.1. COST321

El proyecto COST321 fue encargado tras la apreciación de que las encuestas anteriores al susodicho erigían al camión como algo molesto y contaminante, ya que, aunque representaban un bajo porcentaje sobre el tráfico en la ciudad, eran los principales causantes de polución y ruido. Este fue uno de los primeros proyectos en abordar las implicaciones del transporte urbano de mercancías en profundidad (*COST321. Urban Goods Transport: Final Report of the Action, 1998; Comisión Europea*):

Este proyecto titulado *“Urban Goods Transport” (Comisión Europea; 1998)* habla la importancia del transporte urbano de mercancías, los agentes implicados y el porvenir de entonces en dicha área. Asegura que es objeto de regulación entre los planes urbanísticos y políticas de transporte e insiste en buscar la optimización de la actividad. También estudia el diseño e implementación de medidas innovadoras para mejorar los problemas medioambientales, demostrando que la polución, el ruido y el consumo de energía son mejorables aplicando soluciones basadas en:

- Tecnologías para el transbordo de mercancías.
- Gestión del uso del suelo
- Acceso condicionado para proveedores
- Composición de la flota del transporte
- Capacidad de infraestructuras
- Programas de desarrollo local conveniente
- Políticas de financiación

4.5.2. UTOPIA

El proyecto UTOPIA (*Urban Transport: Options for Propulsion systems and Instruments for Analysis; 2001*) tiene por objetivo suministrar la herramientas e información necesaria a las entidades encargadas de redactar proyectos y leyes para la

introducción de soluciones de transporte urbano basadas en la utilización de vehículos limpios. Los 4 resultados más importantes que desarrolla son:

- Evaluación de las aplicaciones más prometedoras para los vehículos más limpios y otras medidas desde la perspectiva de la ciudad.
- Recomendaciones sobre acciones políticas a nivel europeo y nacional para promover su introducción al mercado.
- Una guía de buenas prácticas para establecer proyectos piloto potencialmente exitosos.
- Crear un software ("*NAVIGATE UTOPIA*") que provea de información y asesoramiento a soluciones de transporte limpio.

4.5.3. REFORM

El proyecto REFORM (*Research on freight platforms and freight organisation*; *1997*) trata los problemas de congestión y polución en áreas urbanas y propone plataformas de carga (áreas de intercambio de mercancías donde están localizadas varias compañías de transporte como agencias y proveedores de servicios logísticos y donde de forma idílica están conectados por lo menos dos modos de transporte) que pueden ofrecer una solución a estos problemas.

El proyecto desarrolló un manual con pautas dirigidas a las autoridades locales y a las compañías del sector transportes. Las pautas fueron probadas satisfactoriamente mediante una simulación por ordenador en diferentes emplazamientos como Berlín, Bruselas, Roma y Madrid. El proyecto demostró que estas plataformas pueden contribuir a la reducción del tráfico urbano como resultado de un incremento de la cooperación entre compañías situadas en el mismo lugar (dando como resultado mayores factores de carga y una reducción del número de desplazamientos realizados en camión) y el incremento de la eficiencia operativa en el suministro de servicios.

Las plataformas de carga tienen también efectos positivos en la economía global ya que incrementan la competitividad en el área que comprenden.

4.5.4. FV-2000

El proyecto FV-2000 investigó la organización y operaciones internas de las llamadas *freight villages (FVs),* plataformas multimodales de mercancías, especialmente con respecto a las mercancías peligrosas, y midió el impacto de cada actuación sobre el

medio ambiente. De aquí aparecieron tres herramientas de gestión para mejorar las condiciones de trabajo y seguridad para los operarios de las *FVs* mientras incrementan su concienciación considerando los factores de riesgo, seguridad y medio ambiente:

- Un Código de Buenas Prácticas, en forma de manual, recopilando operaciones de transporte y almacenamiento en las áreas de las FV.
- Un Sistema de Apoyo de Decisiones (DSS) diseñado para ayudar a calcular el riesgo asociado con la manipulación de mercancías peligrosas o inflamables.
- Una herramienta de software para practicar, comprendiendo pautas técnicas para los operarios que provea recomendaciones en comunicación, en materia de organización, habilidades profesionales y entrenamiento del personal, y en última instancia promoviendo la implantación de un sistema de gestión ambiental en las FV.

4.5.5. IDIOMA

El proyecto IDIOMA (*Innovative distribution with intermodal freight operation in metropolitan areas*; *2001*) investiga las posibilidades de mejorar la distribución de mercancías dentro de áreas urbanas y entre terminales de transporte intermodal o centros de carga y áreas urbanas. Este proyecto demuestra una variedad de aplicaciones de las nuevas tecnologías y conceptos de distribución, integrando en la medida de lo posible el transporte intermodal, para lograr un transporte de mercancías más respetuoso con el medio ambiente en áreas urbanas de diferentes países europeos.

4.5.6. BESTUFS

El proyecto de siglas BESTUFTS, cuyo acrónimo hace referencia a *Best Urban Freight Solutions*, se creó con el objetivo de “establecer y mantener una red abierta europea entre expertos en el transporte urbano de mercancías, grupos y asociaciones, proyectos en marcha, ciudades interesadas, Directivas de la Comisión Europea relevantes y representantes de las administraciones nacionales, regionales y locales con el propósito de identificar, describir y difundir las mejores prácticas, criterios de éxito y situaciones de cuellos de botella con respecto al movimiento de bienes en áreas urbanas” (*Urban Freight Transport and Logistics: An overview of the European research and policy, 2006; Comisión Europea –Huschebeck, 2003, p.3*-)

La información referida a todo el proyecto puede encontrarse en el sitio web oficial *http://www.bestufs.net*, donde aparecen todos los documentos de los dos trabajos llevados a cabo:

a) BESTUFS I

El proyecto BESTUFS I (*2000-2003*) tiene por objetivo el despliegue de una red de colaboración para coordinar acciones cuya finalidad es compartir e intercambiar experiencias y conocimientos con los compañeros que están en situaciones similares en otras ciudades. Este proyecto facilita el establecimiento de relaciones personales y la ampliación de una red de contactos en el campo del transporte urbano de mercancías para todas las partes interesadas sin responsabilidades o estructuras formales.

Los **objetivos** del proyecto son:

- Identificar los problemas y requisitos de las ciudades
- Establecer recomendaciones en materia de medio ambiente
- Identificar los mejores escenarios prácticos

Las **conclusiones principales** obtenidas del *City Questionnaire* son las siguientes:

- Los problemas sobre el transporte urbano de mercancías están muy generalizados y afectan al atractivo y calidad de vida de la ciudad. Los principales problemas están relacionados con la infraestructura para entregas, acceso a las ciudades, ruido y contaminación.
- El mayor problema en el transporte de mercancías está relacionado con la cooperación entre los implicados a nivel local, políticas de coordinación, información, estadísticas de datos/adquisición de datos y uso de tecnología innovadora en vehículos para la distribución en ciudades.
- No todas las ciudades son conscientes de los cambios que hay en curso en materia de logística y las nuevas posibilidades técnicas que hay para mejorar la situación.
- No se está destinando suficiente personal en las administraciones locales para tratar los problemas del transporte urbano de mercancías y hay muchas ciudades que ni si quiera cuentan con un plan sobre ello.
- Hay mucho interés en conseguir información sobre el transporte de mercancías como por ejemplo en temas de cooperación, centros de distribución en ciudades, comercio electrónico, herramientas de modelado…

- Hay una falta generalizada de datos y estadísticas en materia de transporte de mercancías.
- Es muy importante estar en contacto regularmente con los agentes del transporte para conseguir soluciones que tengan gran aceptación.
- Muy pocas ciudades están usando herramientas de planificación para el transporte de mercancías.

Algunas de las **recomendaciones** propuestas en el proyecto son:

- Crear estadísticas de datos para el transporte de mercancías
- Regulación de accesos
- Optimizar los vehículos para la distribución en la ciudad
- Realizar cambios en el transporte urbano para adaptarse a la aparición del comercio y la logística electrónicos
- Transporte urbano de mercancías basado en el uso de vehículos sobre raíl
- Incluir tasas en el transporte urbano de mercancías
- Crear centros de distribución urbana
- Crear asociaciones público-privadas
- Usar sistemas de transporte inteligentes (ITS)
- Usar estrategias de transporte urbano de mercancías
- Entrega nocturna

Como resultado del proyecto BESTUFS I surgieron cuatro **manuales de buenas prácticas**:

- BPH 1 sobre las estadísticas, adquisición y análisis de datos sobre el transporte urbano de mercancías, los accesos a la ciudad, regulaciones de aparcamiento y control de tiempo de acceso y mantenimiento responsable
- BPH 2 sobre el comercio electrónico y la distribución de mercancías urbanas (compras online desde el hogar)
- BPH 3 sobre los peajes en el transporte urbano de mercancías y las plataformas urbanas de mercancías
- BPH 4 sobre las asociaciones público-privadas en el transporte urbano de mercancías y los sistemas de transporte inteligente (ITS)

b) BESTUFS II

El proyecto BESTUFS II (*2004-2008*) nace por la imposibilidad de aplicar métodos o soluciones logísticas tratados en el proyecto BESTUFS I a ciudades pequeñas y medianas. Por lo tanto, la intención de BESTUFS II es producir una serie de guías de buenas prácticas sobre soluciones logísticas en la ciudad (*CLS*) basadas en la información documental de los manuales de BESTUFS I y II.

El trabajo de BESTUFS II se considera una continuación de BESTUFS I por lo que siguió las mismas **líneas de base** partiendo de la estructura y experiencia ganadas en la primera publicación:

- Lograr una cobertura geográfica amplia de la cadena de transporte urbano de mercancías existente en BESTUFS I, incluyendo la identificación y difusión de los resultados del proyecto y las buenas prácticas de las *CLS.*
- Solventar la barrera del idioma especialmente en ciudades pequeñas y medianas ofreciendo las guías del transporte urbano de mercancías en muchos de los idiomas de la Unión Europea y organizando seminarios en lenguajes nacionales.
- Cuantificar la contribución de las soluciones del transporte urbano de mercancías a los objetivos políticos de la Unión Europa.
- Examinar modelos y estructuras de datos sobre el transporte urbano de mercancías.
- Cumplir los objetivos del DG TREN (Directorate-General for Transport and Energy) con respecto a las CLS (Libro Blanco, programa Marco Polo…)

El proyecto está dividido en siete etapas: cadena de coordinación (WP1), buenas prácticas (WP2), armonización y modelado de los datos del transporte urbano de mercancías (WP3), pautas para el transporte urbano de mercancías (WP4), cuantificación y efectos (WP5), centros de administración y seminarios (WP6) y difusión (WP7).

En este caso es más interesante desglosar algunas de las **recomendaciones** sobre políticas e investigación que aquí se proponen, ya que Granada podría incluirse dentro del grupo de ciudades pequeñas y medianas del que es objeto este proyecto y, además, varias de las medidas son las mismas que las planteadas en *BESTUFS I*:

- En relación a la libre circulación en ciudades:
  - Antes de implantar cualquier tipo de restricción de acceso, debe analizarse de antemano sus implicaciones en el transporte urbano de mercancías.

- Los legisladores deben aumentar sus esfuerzos en probar, financiar y adoptar medidas que mejoren la eficiencia de las operaciones del transporte urbano de mercancías.

- En relación a la contaminación del aire y el ruido
  - Se tendrían que promover y financiar medidas para la progresiva renovación del parque de vehículos de mercancías a aquellos menos contaminantes y la creación de zonas de baja emisión46 (LEZ). Por otro lado, las autoridades locales deberían otorgar ayudas a los pequeños operadores para convertir o cambiar sus vehículos a vehículos más respetuosos con el medio ambiente.
  - Considerar el papel que podrían jugar los vehículos híbridos en la distribución urbana de mercancías en cuanto a la reducción de emisiones de CO2, y las necesidades de gasolineras equipadas con servicio de combustibles alternativos y/o carga eléctrica y la posibilidad de promover y financiar tales medidas.
  - Revisar las actuales medidas de restricción de acceso por motivos técnicos de los vehículos de reparto y comprobar su justificación.
  - Las normas de acceso de vehículos de mercancías a áreas urbanas podrían elaborarse a nivel europeo.
  - La UE debería promover soluciones tecnológicas de referencia para las LEZ y sistemas de registro, administración y aplicación de acceso restringido a áreas congestionadas, facilitando especialmente su uso por parte de distribuidores comerciales, los cuales necesitarían registrar su flota y poseer sistemas automáticos de facturación, entre otras necesidades.
  - Las entregas fuera de los horarios establecidos deberían regularse a nivel europeo, estableciendo niveles de ruido en relación a las operaciones de carga y descarga e indicando qué tipos de equipos pueden utilizarse.
- En relación a las operaciones de transporte urbano inteligente de mercancías.
  - Estandarizar los formatos y procedimientos a nivel europeo, promoviendo con firmeza la concienciación en la utilización de las ITS entre los distintos agentes.
- En relación a programas de formación y personal cualificado para la logística urbana.

[46] Una Zona de Baja Emisión, más conocida por su terminología en inglés: *Low Emission Zone (LEZ)* o también *Environmental Zone*, es un área urbana donde el acceso al tráfico rodado está restringido a vehículos acreditados que contaminen poco, como los eléctricos y los híbridos. Actualmente es una iniciativa de las principales ciudades a nivel europeo. En la literatura en castellano también se puede encontrar términos como Zonas Urbanas de Atmósfera Protegida, Zonas Ambientales o Zonas Medioambientales, haciendo referencia al mismo concepto.

- Que se ofrezcan cursos de formación y sean secundados por las autoridades locales.

- En relación al flujo de mercancías y uso del suelo
  - La UE debe favorecer la creación de autoridades supramunicipales que tengan jurisdicción sobre la planificación del uso del suelo en relación a la integración de la logística, almacenes y otras instalaciones logísticas a nivel metropolitano o regional.
  - La intención de la Comunidad Europea de iniciar y apoyar la introducción de Proyectos de Transporte Urbano Sostenible (SUTPs), es una buena oportunidad para fortalecer el papel de la distribución urbana de mercancías en la planificación de transporte urbano. Además, el transporte comercial debe ir de la mano del transporte de pasajeros en los SUTPs.
- En relación a la recopilación de datos sobre las actividades de logística urbana
  - La recopilación eficiente de datos comparables entre las distintas ciudades y su monitorización podría ayudar a los legisladores locales.
  - Es necesaria una investigación más profunda en cuanto a cómo recopilar la información y la forma de evaluación de modelos y sus resultados.
- En relación a los centros de consolidación urbana (UCCs)
  - La UE debe animar a incrementar la concienciación especialmente entre los políticos y los operarios logísticos sobre los beneficios potenciales de los UCCs.
  - Fomentar el desarrollo de asociaciones público-privadas locales para establecer fletes locales para la distribución urbana y para promover el desarrollo de UCCs privados o público-privados, incluyendo esquemas enfocados en localizaciones específicas (calles peatonales, centros comerciales…), que además pueden beneficiarse de las ITS y de herramientas de optimización.
  - Las administraciones deben velar por la viabilidad económica y ayudar a la financiación de los UCCs por un periodo de tiempo suficiente como para poder medir y analizar los resultados.
  - Se deben dedicar fondos públicos a la financiación de proyectos pilotos y la investigación en áreas no relacionadas con el desarrollo comercial a gran escala.
  - Las empresas deben ser guiadas y asesoradas por agentes especializados que identifiquen los beneficios potenciales de incorporarse a un UCC.

- En relación a soluciones de *Última Milla*[47]
  - Se necesita un mayor apoyo a las soluciones de Última Milla, no sólo enfocado al desarrollo tecnológico, sino también al acercamiento a la logística operacional e innovadora.
  - La administración local debería monitorizar el desarrollo de soluciones de Última Milla teniendo en cuenta parámetros como: número de paradas en cada recorrido, distancia entre ellas, distancia entre el almacén y el primer y/o último cliente, tipo de vehículo usado, tipo de producto entregado, soporte técnico y preferencias de los clientes.
  - Los legisladores deberían jugar un papel más activo en el desarrollo y diseño de soluciones de Última Milla contribuyendo con las medidas que pueden resultar más sostenibles e innovadoras.
  - Se necesita una mayor innovación en el campo telemático con especial referencia a soluciones de Última Milla en áreas urbanas, las cuales deberían estar acompañadas de acciones investigadoras y financieras. Además, mayores esfuerzos deben recaer en determinar cómo las tecnologías de la comunicación y de la información pueden ser usadas para proporcionar a los clientes más información sobre el estado de sus pedidos y así reducir el riesgo de entregas fallidas, que ocurren cuando el cliente no está en casa para recibir su pedido.
  - Considerar las aplicaciones telemáticas como uno de los más potentes instrumentos para mejorar los procesos de Última Milla y, por tanto, recomienda dirigirse hacia un trabajo más intenso de investigación en áreas urbanas dentro de este ámbito.
- En relación al transporte de mercancías en ciudades pequeñas y medianas
  - La Unión Europea debería apoyar la investigación en los problemas de transporte de mercancías relativos a áreas urbanas pequeñas y medianas tales como: determinar si los problemas son distintos a los hallados en grandes ciudades o si son similares en líneas generales aunque difieran en términos de magnitud e importancia, comparar la naturaleza y escala de los problemas de transporte urbano y hacer una recopilación de casos de estudio de soluciones de transporte urbano de mercancías implementadas en varias ciudades pequeñas y medianas.

[47] En este caso, BESTUFS utiliza el término *Última Milla* (*Last Mile*) para referirse a envíos directos que se realizan casi sin intermediarios, como son los pedidos a domicilio de compras por internet, y en cuyo caso se utiliza habitualmente el mismo vehículo desde el origen hasta el destino. Es para estas empresas y repartidores hacia los que se dirigen las recomendaciones.

- Los legisladores en áreas urbanas pequeñas y medianas necesitan incorporar una planificación sobre el transporte de mercancías más completa, considerando paralelamente la planificación sobre el transporte de pasajeros. Este ha sido el punto débil también en grandes ciudades, aunque en algunas de ellas se están haciendo progresos actualmente. También debería haber una mayor atención sobre ciudades pequeñas y medianas para aprender de los cambios y desarrollos llevados a cabo en la planificación del transporte urbano de mercancías en comparación con ciudades más grandes.

- En relación a ciudades portuarias y soluciones innovadoras de logística urbana
  - Los aspectos relacionados con el transporte en el hinterland hasta y desde los puertos y terminales deben estar bien considerados dentro de un transporte integrador y una planificación a nivel nacional, regional y local del uso del suelo para evitar cuellos de botella y reducir los impactos negativos en áreas urbanas.
  - Se recomienda la recolección de información detallada sobre los flujos de transporte relativos a los puertos y terminales y la necesidad de hacer una estimación realista sobre su desarrollo futuro en aras de tener una buena base para la planificación del transporte relativo a los puertos.
  - Como parte del transporte y la planificación del uso del suelo, las nuevas áreas industriales deberían estar mejor conectadas a terminales y puertos y la infraestructura existente debería ser usada los más eficaz y eficientemente posible.
  - Medidas como la implementación de redes preferentes y guiadas para vehículos pesados, el incentivo de mayores factores de carga, zonas ambientales y otros equipamientos y vehículos respetuosos con el medio ambiente, el desarrollo de plataformas ferroviarias, centros de distribución urbana y nuevas infraestructuras, contribuyen a la gestión eficiente y sostenible del transporte en la ciudad.
- En relación a la gestión del transporte urbano de mercancías
  - Tener en consideración cómo los distintos niveles de gobierno (urbano, regional, nacional, europeo) pueden trabajar juntos para mejorar la eficiencia y reducir los impactos negativos del transporte urbano de mercancías.
  - Las administraciones públicas en todos los niveles de gobierno deberían ser conscientes de la importancia del transporte de mercancías y su función en la sociedad y la economía urbana. Entonces, sería interesante determinar la importancia del transporte urbano de mercancías y sus necesidades en términos de iniciativas de financiación y prioridades. Además, deberían también revisarse si

la distribución urbana de mercancías tiene una prioridad suficientemente alta actualmente.

- Las administraciones públicas a todas las escalas de gobierno necesitan asegurar la incorporación de la planificación del transporte de mercancías más completa en los planes urbanos. Por consiguiente, es fundamental compartir la información los resultados del planeamiento y las políticas del transporte urbano de mercancías llevadas a cabo entre los distintos agentes políticos para asegurarse tener un ámbito del que aprender en trabajos ya realizados a nivel europeo y nacional.
- El ente responsable del transporte de mercancías debería asegurar que los vehículos utilizados y la manera en que los operadores se organizan ofrezcan un buen ejemplo a otros agentes en términos de consumo de carburante, emisiones contaminantes, la utilización de los vehículos, la cualificación de los conductores, rutas y horarios.
- Los responsables políticos sobre el transporte urbano de mercancías deberían establecer buenas relaciones laborales con empresas de su área geográfica dedicadas a la logística. Es probable que se requiera la formación de asociaciones público-privadas en el sector.

o En relación a las mejores prácticas, armonización e investigación

- Se recomienda el inicio de un programa europeo CIVITAS- FREIGHT R&D que se centre en la muestra innovadora de logística urbana siguiendo una estructura similar a la estructura del programa CIVITAS ya existente.
- Se recomienda el establecimiento de una plataforma de mejores prácticas en el transporte urbano de mercancías a nivel europeo, quizá en combinación con el Observatorio Europeo de Movilidad Urbana. Tal plataforma podría ser vinculada a otras acciones de coordinación o investigación en este campo más avanzadas.
- Se recomiendan las actividades de investigación orientadas a la práctica, especialmente para incrementar el conocimiento en medidas sobre el transporte urbano de mercancías y sus efectos y ofrecer sugerencias de armonización. Estas actividades investigadoras podrían ejecutarse en el programa CIVITAS-FREIGHT o en alguna otra plataforma de mejores prácticas sobre el transporte urbano de mercancías.

Como resultado del proyecto se creó la Guía de Buenas Prácticas en 17 idiomas. Esta guía es un conjunto de manuales consolidados que contienen información, figuras típicas, conocimientos resumidos y buenas prácticas para todos los agentes involucrados

en el transporte urbano de mercancías. El proyecto contiene los cuatro **manuales** surgidos del BESTUFS I, de entre los cuales se actualizan dos, teniendo en total los siguientes y cuyos contenidos tratan:

- *BPH 1:* sobre la logística inversa en áreas urbanas y los experimentos e incentivos para el uso de vehículos respetuosos con el medio ambiente.
- *BPH 2:* sobre el control y el desenvolvimiento del transporte urbano de mercancías y los planes de control de acceso a la ciudad.
- *BPH 3 Actualización Parte I:* sobre los peajes en el transporte urbano de bienes y las plataformas urbanas de mercancías.
- *BPH 3 Actualización Parte II:* sobre los sistemas de transporte inteligente (*ITS*)
- *BPH 4 Actualización Parte I*: sobre el comercio electrónico y la distribución urbana de estas mercancías (compras online desde el hogar).
- *BPH 4 Actualización Parte II*: sobre las asociaciones público-privadas en el transporte urbano de mercancías.
- *BPH 4 Actualización Parte III* (se trata de la actualización en el año 2008 del manual *BHP 1*, elaborado 2005)

También se creó una **colección de datos, modelos de aproximación y campos de aplicación** para los modelos de transporte urbano comercial. La toma de medidas discretas es necesaria para su extrapolación a modelos de cálculo; los modelos de transporte analizan cuantitativamente los efectos de ciertas medidas sobre el sistema de transportes y los modelos completos de transporte urbano ofrecen información de base para la evaluación de la contaminación del aire y acústica.

Por último, el proyecto BESTUFS II ofrece **información útil e inspiradora para los interesados** en la primera obtención de datos sobre el transporte urbano de mercancías, así como referencias a información más específica.

4.5.7. D2D

El proyecto D2D, denominado así en relación al puerta a puerta, en inglés *door to door*, al que hace referencia el título del proyecto: *Demonstration of an integrated management and communication system for door-to-door intermodal freight transport operations (2002-2005*). No estando enfocado particularmente en la distribución urbana de mercancías y logística, su investigación demostró cómo lograr la eficiencia dentro de la cadena de transporte con la ayuda de avanzadas tecnologías de la información y

comunicación. Los resultados más importantes del proyecto comprenden: la gestión de una cadena de transporte disponible como una aplicación web, un sistema monitorizado, la implementación eficiente de un sistema integrado de herramientas (plataforma de comunicación), tecnologías de simulación y de servicio de evaluación de perfiles y tecnologías de trazado y seguimiento. El sistema D2D reduce la complejidad de la organización física y la información fluye dentro de la cadena de suministro y contribuye a mejorar la calidad de vida, salud y seguridad de las ciudades, reduciendo la contaminación y el ruido y aliviando la congestión.

4.5.8. CIVITAS

La iniciativa *City, Vitality and Sustainability (CIVITAS)* comenzó a desarrollarse en 2002, con un presupuesto en torno a los 200 millones de euros, con el objetivo de "redefinir las medidas y políticas para crear un transporte mejor y más limpio en las ciudades". El proyecto, con horizonte 2020, ha conseguido testar hasta 800 soluciones en este campo, gracias al intercambio de buenas prácticas. Actualmente cualquier ciudad puede adherirse al *Foro CIVITAS*, del que ya forman parte ciudades de 31 países (entre ellas varias españolas como Barcelona, Burgos, San Sebastián, Vitoria, Málaga o Palma de Mallorca), para el intercambio de conocimientos, soluciones y resultados. Las principales estrategias en las que se basa son: combustibles y vehículos limpios, servicio de transporte de pasajeros accesible, estrategias de gestión de la demanda, gestión de la movilidad, seguridad y protección, estilos de vida sin automóvil, **logística del transporte de mercancías en la ciudad**, sistemas telemáticos de transporte y planes de movilidad urbana sostenibles. El proyecto se divide en las siguientes partes y sub-proyectos:

a) CIVITAS I

(2002-2006)

a.1.- **VIVALDI**

El objetivo de este proyecto consistía en mejorar, con la implantación de medidas para reducir el tráfico motorizado (y con él las emisiones contaminantes) y el uso de modos de transporte más respetuosos con el medio ambiente, las políticas urbanas en relación a la vitalidad urbana y el éxito económico, la inclusión social, salud y bienestar y sostenibilidad. Entre las ciudades participantes se encuentran Aalborg, Bremen, Bristol, Kaunas y Nantes.

a.2.- TRENDSETTER

Este proyecto se centra en los esquemas de gestión avanzada de la movilidad y en flotas de vehículos ecológicos. Promociona el uso del transporte público y otras alternativas al transporte privado, nuevas propuestas para mejorar la logística y la eficiencia en la distribución de bienes, una mayor aceptación de biocombustibles y el uso de tecnologías con baja contaminación acústica del aire. Aquí participan las ciudades Lille, Praga, Graz, Estocolmo y Pécs.

a.3.- TELLUS

Este proyecto consta de una gran variedad de ciudades que aplican estrategias y medidas innovadoras del transporte para hacerlo más sostenible. Los métodos utilizados tratan de conceptualizar, monitorizar, analizar y evaluar las medidas para obtener los resultados, impactos, y explicaciones de los procesos, causas y restricciones. Sus principales objetivos incluyen: distribuir el reparto modal a favor del transporte público, incrementar el uso de la bicicleta, reducir la congestión, reducir el uso del coche, incrementar la concienciación pública. Las ciudades que han participado en el proyecto son Gotemburgo, Róterdam, Berlín, Bucarest y Gdynia.

Uno de los principales resultados de este proyecto fue conseguir una mayor implicación por parte de las empresas de logística, las cuales en algunas ciudades participaron en más de una medida incrementando las oportunidades de sinergia.

a.4.- MIRACLES

Los objetivos de las cuatro ciudades participantes fueron reducir los impactos medioambientales relacionados con el transporte a nivel local, incrementar la accesibilidad urbana, alcanzar la eficiencia económica a través de una mejor gestión del transporte y mejorar de forma general la calidad de vida de los ciudadanos. Entre las ciudades participantes se encuentran Barcelona, Cork, Roma y Winchester.

b) CIVITAS II

(2005-2009)

b.1.- SUCCESS

Las ciudades participantes en este proyecto hicieron frente a problemas típicos en ciudades de tamaño medio como mayor interconexión entre las actividades, falta de financiación, necesidad de adoptar soluciones políticas rápidamente, desconocimiento de la complejidad de los proyectos europeos y cambios estacionales en el uso del

transporte. Para afrontar dichos problemas se recurrió a la combinación del uso de vehículos ecológicos con la creación de zonas medioambientales. De esta manera los objetivos se centraron en demostrar cómo los combustibles alternativos pueden ser una elección eficiente para el transporte urbano, como un ambicioso paquete de medidas de gestión del tráfico y la movilidad puede ofrecer grandes resultados en sostenibilidad y política energética, como los países candidatos pueden evitar los errores cometidos en occidente y contribuir al desarrollo de sus sistemas de transporte colectivo y dar soporte a las actividades de investigación y evaluación incluyendo iniciativas de formación y comunicación para difundir los resultados y fomentar su transferencia. Las ciudades que participaron fueron Preston, La Rochelle y Ploiesti.

Entre los resultados destaca la asociación logística de calidad entre Preston y South Ribble la cual ayudó a identificar y controlar la implementación de medidas prácticas que ayudó a la mejora de la coordinación del transporte de mercancías en el área. También en Lancashire la estrategia logística consistía en definir, mapear y ofrecer mejor información a los operadores sobre la ruta de vehículos de mercancías.

b.2.- **SMILE**

El proyecto se centró en mejorar la calidad el aire, la calidad de vida, la salud y la seguridad a través de la promoción de biocombustibles, vehículos ecológicos y elección inteligente de transporte puerta a puerta. El objetivo era detener la tendencia existente del incremento del uso del coche y fomentar alternativas sostenibles estimulando la distribución de mercancías limpia y eficientemente en ciudades históricas de tamaño medio dentro de la Unión Europea. Entre las ciudades participantes se encuentran Norwich, Potenza, Malmö, Suceava y Tallin.

Entre las conclusiones del proyecto, que destacan en el ámbito de la logística urbana, se obtuvo que, para poder probar medidas innovadoras, éstas debían de contar con un plan de negocios por el que los beneficios tuvieran retorno sobre la inversión. Para ello, es necesaria una planificación a largo plazo, como la que se hizo con el Centro de Consolidación Urbano (*UCC*) de Norwich, que se enfocó de tal manera que el gasto corriente se compartiera con el sector privado.

b.3.- **MOBILIS**

El proyecto MOBILIS demostró el valor añadido de desarrollar e implementar un amplio paquete de políticas y medidas. El intercambio de experiencias y buenas prácticas jugaron un papel crucial. Las actividades giraron en torno a la inclusión social y

equidad en la movilidad, transición de las estrategias hacia la producción y el uso de combustibles alternativos, la planificación y la organización de la movilidad a nivel metropolitano, entender el comportamiento cambiante de la movilidad y los costes y beneficios del uso de las nuevas tecnologías.

Los objetivos entre las cinco ciudades que cooperaron fueron acoger los procesos de transición hacia un amplio uso de transportes alternativos y vehículos limpios y energéticamente eficientes, fomentar el traslado del vehículo privado hacia medios de transporte sostenibles, mejorar la calidad y reparto justo de los espacios públicos, crear estructuras urbanas minimizando el transporte, incorporar la seguridad, la inclusión social y la equidad en la movilidad urbana, reducir el ruido y mejorar la calidad del aire en áreas urbanas, dar soporte al desarrollo económico y la competitividad, establecer procesos de implementación, gestión y planificación eficiente avanzada así como la coordinación entre los agentes de la movilidad y las administraciones en los distintos niveles, incrementar la participación ciudadana y la sociedad civil en el medio ambiente y en la toma de decisiones respecto a la movilidad, aumentar la concienciación en la movilidad sostenible e incentivar un cambio del comportamiento y por último mejorar las capacidades creativas e innovadoras de los agentes de movilidad locales. Las ciudades participantes fueron Toulouse, Debrecen, Liubliana, Venecia y Odense.

b.4.- **CARAVEL**

Las ciudades que participaron en este proyecto fueron pioneras en sus respectivos países en políticas innovadoras de movilidad urbana. El principal objetivo fue aplicar las medidas individuales a las políticas urbanas globales cubriendo los objetivos estratégicos tales como calidad de vida, competitividad económica y transmisión de experiencias. Dichas medidas siguen los siguientes objetivos: establecer asociaciones público-privadas efectivas, involucrar a los agentes del transporte en los procesos de planificación e implementación, aplicar actividades de marketing para incrementar la concienciación y realizar proyectos de monitorización y evaluación de actividades a través de la investigación continua. Las ciudades que han participado en este proyecto son Génova, Cracovia, Burgos y Stuttgart.

c) CIVITAS PLUS

(2008-2012)

c.1.- RENAISSANCE

El proyecto tiene por objetivo demostrar cómo el legado del renacimiento puede ser preservado y desarrollado a través del renacimiento de soluciones de transporte urbano limpio, sostenible e innovador. Evalúa y desarrolla un paquete de medidas integrales, fiables y de valor sobre movilidad que hará las ciudades históricas más limpias y seguras. Dado el carácter histórico del centro de ciertas ciudades se recibe un gran número de visitantes que generan una demanda estacional que puede traducirse en problemas para su sistema de transportes donde el transporte público, privado y de mercancías compiten por el espacio en las estrechas calles. Las ciudades tienen el reto de asegurar la viabilidad económica y el empleo a la vez que mantienen un alto nivel de vida, seguro y respetuoso con el medio ambiente. El resultado de este proyecto ha sido el desarrollo y validación de nuevas soluciones decisivas y mejores prácticas que inspirarán a las ciudades históricas europeas para mejorar los servicios existentes y conseguir un transporte público más atractivo.

c.2.- MODERN

Las cuatro ciudades participantes en el proyecto han reunido un paquete de actividades para un transporte urbano mejor y más limpio basado en el compromiso de los agentes y enfocado al rendimiento de este. Dichas ciudades son similares en tamaño y representan importantes capitales regionales que atraen una gran cantidad de tráfico diario de las áreas urbanas colindantes. Muchas de las ciudades están experimentando grandes cambios, algunas convirtiéndose en grandes centros industriales atravesando una fase de renovación y luchando contra un gran número de coches creciente que está alcanzando dimensiones críticas y que producen enormes costes sociales y económicos. Todas las ciudades, además, tienen importantes centros históricos y culturales amenazados por el tráfico y la contaminación por lo que tienen que aumentar sus presupuestos en ofrecer mejor transporte público y accesibilidad. Es aquí donde la innovación es la llave para mejorar la eficiencia y la accesibilidad al transporte público y proteger el medio ambiente. Las ciudades participantes fueron Cracovia, Coimbra, Vitoria-Gasteiz y Brescia.

c.3.- **MIMOSA**

Este proyecto unió a cinco ciudades preocupadas por conseguir una movilidad y ciudades mejores a través de la aplicación de nuevas medidas de transporte sostenible y nuevas soluciones apoyadas por equipos científicos. Las prioridades de las ciudades eran mejorar el nivel de vida y estimular estilos de vida más saludables, mejorar las condiciones medioambientales, reducir la congestión, aumentar la eficiencia energética y la seguridad. Entre los resultados destacados sobre transporte urbano de mercancías se encuentran planes logísticos, sistemas originales alternativos de distribución de mercancías e integración con la imposición de tasas a la carretera. Las cinco ciudades participantes fueron Bolonia, Tallin, Gdansk, Funchal y Utrecht.

c.4.- **ELAN**

Este programa sitúa a los ciudadanos como prioridad. Consiste de altamente experimentados compañeros muchos de los cuales han estado involucrados en las dos primeras fases de la iniciativa CIVITAS, todas ellas son ciudades medias europeas de gran actividad con una fuerte identidad social, cultural y económica, un patrimonio cultural rico y espacios públicos de calidad. Todas ellas tienen grandes universidades con un gran número de estudiantes, son ciudades dinámicas que comparten una fuerte responsabilidad para implementar políticas de movilidad que le den prioridad a los ciudadanos y a su calidad de vida, además están en fases críticas de desarrollo urbano con proyectos de grandes infraestructuras que mejoren los principales intercambios y las mayores arterias en su sistema de transportes. Los principales retos de estas ciudades se encuentran sobre una rápida motorización, problemas de capacidad del transporte público, renovación de infraestructuras y un cambio rápido de la imagen urbana. Algunas ciudades más experimentadas como Liubliana proporcionaron una amplia experiencia en tecnologías de transporte público energéticamente eficiente y, por otro lado, este proyecto constaba de un proceso de aprendizaje llevado a cabo a través de workshops técnicos, sesiones de entrenamiento y visitas técnicas al lugar. Entre los objetivos se encuentran el reparto modal con incremento de caminar y la bicicleta, soluciones innovadoras de distribución de mercancías, implementación de la gestión de la demanda y aumento del uso de vehículos limpios y energéticamente eficientes.

En este proyecto han participado ciudades involucradas en las dos primeras fases de la iniciativa CIVITAS. Todas ellas son ciudades medias europeas de gran actividad con una fuerte identidad social, cultural y económica, un patrimonio cultural

rico y espacios públicos de calidad. Cuentan con grandes universidades con un gran número de estudiantes, son ciudades dinámicas y comparten una fuerte responsabilidad para implementar políticas de movilidad que prioricen a los ciudadanos y a su calidad de vida. Además, se encuentran en fases críticas de desarrollo urbano con proyectos de grandes infraestructuras para mejorar los principales intercambios y las mayores arterias del sistema de transportes. Entre los objetivos que persiguen se encuentran el reparto modal favoreciendo el desplazamiento a pie y en bicicleta, soluciones innovadoras de distribución de mercancías, implementación de la gestión de la demanda y aumento del uso de vehículos limpios y energéticamente eficientes para afrontar problemas de capacidad del transporte urbano, una renovación de infraestructuras, una rápida motorización y un cambio rápido de la imagen urbana. Los participantes fueron Liubliana, Zagreb, Oporto, Gante y Brno.

c.5.- ARCHIMEDES

El proyecto ARCHIMEDES consiste en una ambiciosa mezcla de herramientas políticas que introducen ambiciosas estrategias innovadoras e integradoras para un transporte urbano sostenible limpio y energéticamente eficiente y con un gran impacto sobre las políticas sobre la concienciación en política energética de transportes y sostenibilidad medioambiental. Las ciudades participantes son de tamaño medio y suelen tener una falta de recursos en comparación con los que tienen ciudades más grandes. Su reto está en demostrar que pueden alcanzar los mismos objetivos para un transporte energéticamente eficiente y desarrollo sostenible a través de soluciones innovadoras. Las ciudades participantes fueron Aalborg, Brighton & Hove, Monza, Donostia – San Sebastián, Ústí nad Labem e Iaçi.

d) CIVITAS PLUS II

(2012-2016)

d.1.- 2MOVE2

El principal objetivo de este proyecto es mejorar la movilidad urbana por medio de la creación y modernización de sistemas de transporte urbano sostenibles y energéticamente eficientes con la participación de ciudades europeas para el beneficio de todos sus ciudadanos, la sociedad y la política climática respetando los recursos naturales y ambientales. El consorcio incluye ocho instituciones colaboradoras repartidas entre las cuatro ciudades participantes. El paquete de medidas que definen son: vehículos limpios innovadores energéticamente eficientes y sistemas de transporte

integrados para aplicación personal colectiva y para mercancías; desarrollo de las ICT y las ITS para la gestión del tráfico, vehículos guiados, prevención de accidentes, información para pasajeros y planificación del viaje, tasación sobre la carretera y sistema de pagos inteligente; planificación del transporte urbano sostenible que combina el uso del suelo con sistemas innovadores del transporte y modos "humanos" de transporte como la bicicleta y el caminar. Las ciudades participantes en este proyecto fueron Stuttgart, Brno, Málaga y Tel Aviv – Yafo.

d.2.- DYN@MO

La estrategia de este proyecto se centra en el desarrollo de sistemas y servicios 2.0 en tecnologías web, la implementación de ciudades respetuosas con los ciudadanos, soluciones de movilidad electrónicas como nuevos vehículos eléctricos e híbridos y compromiso con el diálogo dinámico entre ciudadanos para la mejora de los servicios y planificación de la movilidad. Los objetivos de este proyecto se dividen en cuatro niveles: nivel estratégico, donde se crea una cultura interactiva donde los ciudadanos y los agentes del transporte pueden participar activamente en la planificación de la movilidad; nivel técnico, uso de vehículos limpios y energéticamente eficientes, especialmente eléctricos con sistemas avanzados ICT e ITS como base de innovación en los servicios de transporte; nivel de servicio, exponer a los ciudadanos y a los pasajeros a un excitantes nuevos servicios de movilidad; nivel europeo, permitir a los políticos y técnicos hacer del proyecto ciudades que contribuyen activamente al intercambio europeo de conocimiento a través de escuelas de verano y desarrollo de centros de formación en materia de planificación sostenible de movilidad urbana y electro movilidad. El consorcio agrupa a veintiocho instituciones de las cuatro ciudades participantes que son Palma, Aquisgrán, Gdynia y Koprivnica.

e) COMPENDIO SOBRE LOGÍSTICA URBANA

En el informe "*Cluster Report 4: Logistics and Goods Distribution*" (*2010*) se resumen las medidas implementadas sobre logística urbana en varias ciudades y se evalúa su éxito.

e.1.- Tipos de medidas

Las medidas se agrupan en 3 bloques

- Nuevos esquemas de distribución
- Soporte para vehículos y conductores

- Asociaciones mercantiles

e.2.- Conclusiones

Las conclusiones obtenidas de la experiencia en las medidas que las distintas ciudades participantes han implementado son:

- Es muy probable que, sin asociaciones entre negocios, operadores y autoridades, las medidas para una logística sostenible y eficiente no funcionen. Además, la construcción de estas relaciones lleva bastante tiempo.
- Los planes originales para desarrollar medidas de distribución urbana o centros de consolidación, pueden que fueran demasiado optimistas, no habiendo dado tiempo suficiente para alcanzar los objetivos dentro de la vida útil de los proyectos.
- Sabido del gran ahorro en carburante y reducción en emisiones de los vehículos ecológicos, la fuerte inversión inicial y las posibles deficientes técnicas inhiben a los potenciales agentes de su uso.
- Algunas medidas innovadoras, como el uso de los carriles bus por parte de ciertos vehículos de reparto, son susceptibles de encontrar oposición local generalizada, salvo que la concienciación y publicidad adecuada de las mismas mitiguen este problema.
- El uso de internet y otras tecnologías de la información pueden ayudar a establecer las mínimas asociaciones necesarias para que las medidas funcionen.
- Las novedosas plataformas de distribución apoyadas en aparcamientos disuasorios pueden ser beneficiosas sólo en épocas de gran demanda, como es Navidad.
- La concienciación sobre los problemas encontrados a la hora de implementar medidas debería permitir que se evitasen futuros problemas similares en soluciones análogas.

e.3.- Recomendaciones

- Las asociaciones entre los distintos agentes deberían desarrollarse lo antes posible dentro del proceso de planificación de los negocios, operadores, usuarios finales y autoridades, con tiempo suficiente para fomentar la identificación efectiva y priorización de los objetivos comunes y poder reconocer los problemas potenciales.
- A partir de esas asociaciones y otras agrupaciones se pueden desarrollar estrategias logísticas que ayuden a entender los requerimientos de los operadores y transportistas desde su entorno operacional.

- Gracias a las estrategias logísticas, las asociaciones podrían desarrollar estrategias de *marketing* con las que involucrar a los ciudadanos y conseguir una actitud apropiada y un cambio de comportamiento al respecto.
- Cuando las medidas implican cambios en la gestión del tráfico local de vehículos de mercancías, una señalización adecuada podría ayudar a los conductores foráneos a seguir la ruta apropiada. También, la disponibilidad de mapas *online* contribuiría a este tipo de repartidores.

4.5.9. CITY FREIGHT

El proyecto CITY FREIGHT (2002-2004) se centra en los problemas del transporte de mercancías por carretera en áreas urbanas, ofreciendo orientación a los distintos agentes implicados con las mejores prácticas para analizar sus problemas de transporte de mercancías en la ciudad y tanto para diseñar como para implementar estrategias integradas que puedan solucionarlos. Tales recomendaciones prácticas incluyen:

- Reducir las emisiones de ruido fuera de las horas punta.
- Consolidación de envíos.
- Combinar el tráfico de mercancías con el tráfico de pasajeros dentro de las ciudades para reducir la demanda de transporte.
- Integrar la planificación del uso del suelo y del transporte.

4.5.10. GIFT

El proyecto "*Green Intermodal Freight Transport*" (2007-2013) explora el uso telemático para la gestión de entregas y el uso intensivo de métodos automatizados y computarizados para la manipulación de mercancías. El resultado del proyecto es un portal de internet de acceso libre que ofrece servicios a la industria logística y de transporte de mercancías de la Unión Europea.

El proyecto implementa una plataforma web de servicios plenamente interoperables e integrados con algún sistema *ICT*. Además, proporciona aplicaciones para la operatividad y el funcionamiento del *e-commerce,* asegurando la cadena del transporte de mercancías puerta a puerta (incluyendo pedidos, transferencia de documentos electrónicos, pago electrónico, etc.).

4.5.11. MOSCA

El proyecto *"MOSCA: Decision Support System For Integrated Door-To-Door Delivery: Planning and Control in Logistic Chains"* (2001-2003) desarrolla un juego de herramientas para mejorar la eficiencia del transporte puerta a puerta en áreas urbanas. Este conjunto de herramientas permite encontrar la trayectoria más corta, planificar rutas de vehículos *online* y preparar la entrega a tiendas. El proyecto también trata el tema de la integración y la interoperabilidad a nivel europeo, cuya metodología seguida para lograr dicho objetivo parte del desarrollo de herramientas innovadoras y métodos para la gestión de la distribución de mercancías en los centros de las ciudades preferiblemente a nivel europeo más que a nivel nacional o de empresa.

4.5.12. eDRUL

El proyecto eDRUL (*e-Commerce Enabled Demand Responsive Urban Logistics*, 2002-2004), el cual se diseñó especialmente para los centros históricos, investiga y prueba una plataforma innovadora de *e-logistics* y servicios para administrar la distribución de mercancías en áreas urbanas. La plataforma online ha sido probada como proyecto piloto en dos ciudades, Siena y Lisboa. El mayor éxito del proyecto se logró en Siena, con el servicio "*Park & Buy*", que permite a la persona que va caminando por las zonas peatonales de la ciudad, comprar algo pesado y que se lo envíen al parking donde tenga aparcado el coche. El envío al aparcamiento lo organiza la tienda que vende el producto. Las tiendas participantes son partidarias del "*Park & Buy*" ya que les permite ofrecer un servicio adicional a los clientes.

4.5.13. DG-MOVE

Este estudio recopila a fecha de 2012 la planificación y medidas existentes relacionados con la cadena de transporte de mercancías en ámbitos urbanos de los países miembros de la UE. El objetivo es ver en qué medida y de qué forma la acción a nivel europeo puede ser concebida para promover soluciones de éxito y mejorar el rendimiento del transporte de mercancías.

Para clasificar la gran cantidad de medidas llevadas a cabo en Europa, el proyecto las aglutina en los siguientes grupos y subgrupos:

- Medidas de regulación
  - Restricciones temporales de acceso a vehículos de reparto

  - Restricciones de volumen y peso
  - Restricciones basadas en emisiones contaminantes
  - Uso obligatorio de vehículo de mercancías de bajas o nulas emisiones
  - Fomento de la contratación de terceros para la distribución urbana de mercancías sobre el uso de vehículos propios
  - Normativa para las actividades de carga y descarga de los vehículos
- Medidas fiscales o basadas en el mercado
  - Impuestos sobre el tráfico rodado
  - Cargos por congestión
  - Ayudas económicas para el desarrollo de una distribución urbana sostenible
- Medidas de planificación del uso del suelo
  - Acciones de zonificación
  - Integración modal a través de la planificación
- Medidas de infraestructuras
  - Zonas de carga y descarga
  - Equipamientos para la transferencia segura de mercancía entre carretera y otros modos
- Nuevas tecnologías
  - Tecnologías para vehículos: baterías y elementos para su carga, vehículos híbridos, etc.
  - *ICT y ITS*
- Medidas de gestión y otras
  - Planes de logística urbana
  - *UCC*s

También ofrece recomendaciones puntuales sobre cada una de las medidas estudiadas, así como casos de estudio de ciudades europeas que han implantado dichas medidas o proyectos piloto.

4.5.14. Otros proyectos

Además de los proyectos descritos en este apartado 4.5, que podrían considerarse primerizos y de referencia en el campo de la logística urbana, existen muchos otros que se han desarrollado paralelamente, derivados o como consecuencia de estudios anteriores. En el ANEXO 2 se enumera una lista de proyectos internacionales que también abordan el tema de las implicaciones del transporte urbano de mercancías.

4.6. Casos ejemplares

En este apartado se detallan varias de las medidas innovadoras que algunas ciudades han implantado con resultados más o menos satisfactorios, los cuales se podrían considerar referentes para otras ciudades.

En concreto se analizan los casos de 3 grandes ciudades, como son Paris, Barcelona y Londres, y otras 4 ciudades medias europeas, que podrían asemejarse en varios aspectos a Granada, ciudad de estudio de este Proyecto en la PARTE III.

4.6.1. Paris

(Urban logistics practices – Paris Case Study, 2011; TURBLOG[48])

a) CHRONOPOST CONCORDE

Se trata de un sistema de distribución desde un área logística urbana en el centro de la ciudad con vehículos eléctricos y carros de mano patentados por la empresa *Chronopost* (filial de *French Post*).

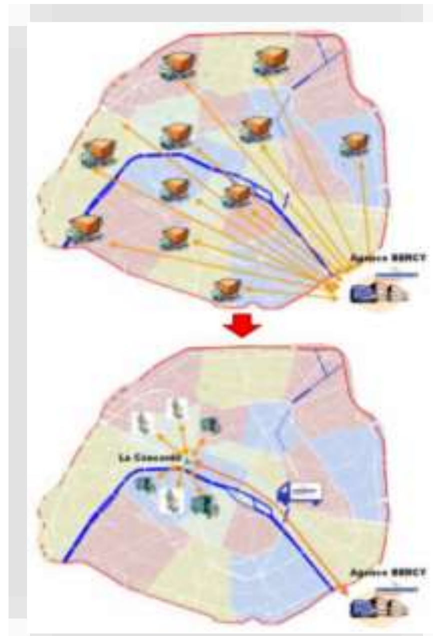


Figura 84: Transformación del sistema de distribución urbana de mercancías por *Chronopost* para abastecer a comercios del centro de Paris *(Urban logistics practices – Paris Case Study, 2011; TURBLOG)*

[48] *TURBLOG: Transferability of urban logistics concepts and practices from a worldwide perspective*. Proyecto cofinanciado por la Comisión Europea con el Programa Estructural nº 7 (*FP7*)

- <u>Situación anterior</u>

20 vehículos comerciales partían de la plataforma *Bercy* a 10 km de la *Place de la Concorde* para realizar numerosas entregas en 2 distritos y volver vacíos. Además, los trabajadores no podían ir en transporte público hasta la plataforma de partida ya que se encontraba alejada en las afueras de la ciudad.

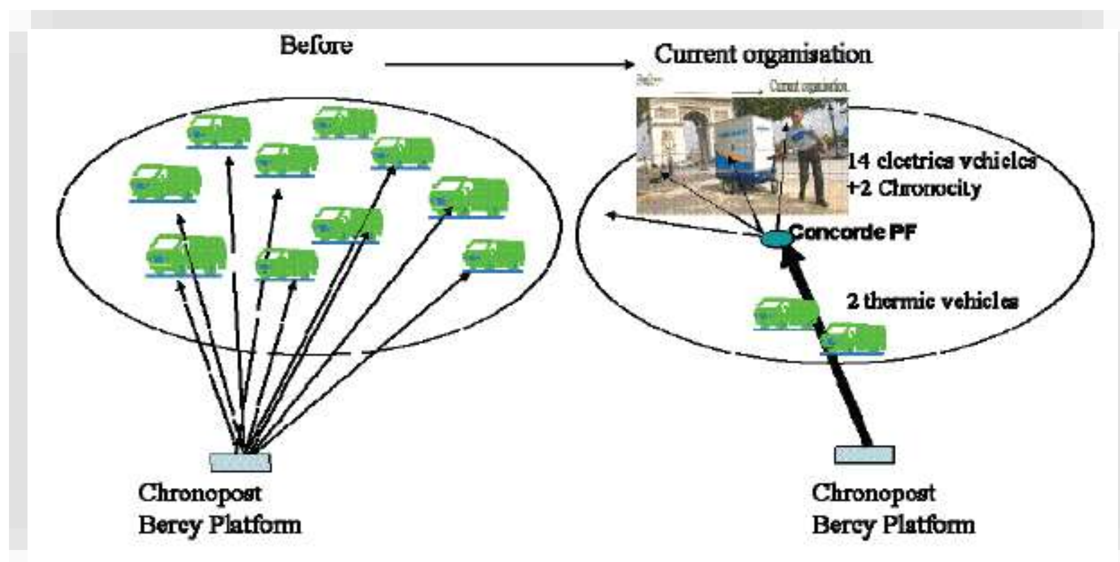


Figura 85: Esquemas antiguo y nuevo de organización de *Chronopost* para servir a los clientes de dos céntricos distritos en Paris *(A methodology for the evaluation of urban logistics innovations - The Sixth International Conference on City Logistics, 2010; Patiera, D. & Browneb, M.)*

- <u>La situación actual</u>

2 vehículos con temperatura controlada abastecen una pequeña área logística urbana de unos 950 m^2 situada en un parking bajo la *Place de la Concorde*, donde las autoridades locales establecen un precio reducido de alquiler para el desarrollo de actividades logísticas. Desde dicha área se distribuye la mercancía por los 2 distritos a través de 14 vehículos eléctricos, 2 vehículos “Chronocity[49]” y una pequeña parte subcontratada.

[49] El vehículo “Chronocity” es un nuevo concepto de vehículo eléctrico tipo *trolley* de hasta 12 hora de autonomía, 1,3 m^3 de espacio y 300 kg de capacidad carga, donde el operario va a pie [ver Figura 86: *Trolley* o carro de mano "*Chronocity*", de la empresa francesa *Chronopost*, realizando labores de distribución de mercancías en el centro de Paris *(http://www.sustainablecitiesnet.com)*Figura 86]



Figura 86: ***Trolley*** **o carro de mano "*Chronocity*", de la empresa francesa *Chronopost*, realizando labores de distribución de mercancías en el centro de Paris *(http://www.sustainablecitiesnet.com)***

- <u>Resultados</u>

Entre los resultados de este nuevo sistema en comparación con el anterior, destacan los siguientes datos (*estudio realizado de 6 meses de duración)*:

- Reducción de un 75 % la distancia total recorrida por los vehículos de reparto.
- Inversión inicial de 500.000 € y las ayudas económicas públicas se pudieron reducir progresivamente.
- El ahorro por consumo de energía supuso 3.500 €/6 meses.
- La subcontratación se redujo de un 88 a un 34,5 %.
- Disminución en un 75 % de las emisiones contaminantes.
- Existen inconvenientes derivados de trabajar en un parking subterráneo, como la limitación de la altura de los vehículos a 1,95 m, reglamentos estrictos para detección de incendios y ubicación en espacio público.
- La nota global fue de 62 puntos (sobre 100)

b) LA PETITE REINE

La Petite Reine es una empresa especializada en la distribución de productos con bicicletas adaptadas y triciclos eléctricos.

Como en el caso de la *Place de la Concorde*, aquí también se cedió un espacio en un parking subterráneo dentro de la ciudad para que actuase de área logística urbana, en esta ocasión de 600 m^2. Por otro lado, los triciclos y bicicletas usados (“*cargocycle”*) presentan ciertas ventajas que las hacen muy competitivas.

- <u>Ventajas del sistema con "*cargocycles*"</u>
  - Acceso a áreas peatonales
  - Circulación por carriles bici y carril bus
  - Coste operacional inferior al de un vehículo a motor
  - La terminal urbana se encuentra cerca de un mercado de carga y entrega de bienes, lo que acorta el tiempo de reacción en caso de contratiempos.



Figura 87: Diferentes tipos de "*cargocycles*" *(Urban logistics practices – Paris Case Study, 2011; TURBLOG)*

- <u>Aprovechamientos adicionales</u>
  - Las caras del chasis donde se transporta la mercancía sirven como escaparates publicitarios donde diferentes empresas se pueden anunciar
  - *La Petite Reine* también fabrica y alquila sus propios triciclos a terceros

- <u>Resultados</u>
  - Desde 2003, que la empresa comenzó a operar, ésta no ha parado de crecer, pasando de 5 triciclos y 8 empleados a 35 "*cargocycles*" y 35 empleados en 2007 y a abrir un nuevo centro de operaciones en 2010.
  - Sin embargo, el servicio que ofrece es más caro y de mayor calidad que los servicios *express,* habiendo una preferencia por la economía que por la calidad recientemente debido a la crisis económica.
  - Los vehículos utilizados son silenciosos y sin emisiones, habiéndose ahorrado en un año 600.000 T-km transportados en furgonetas, 89 *TOE*, 203 t de CO_2 y 84 kg de partículas en suspensión, además de la reducción en contaminación acústica correspondiente.

c) PLAN GENERAL ORIENTADO A TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

Se trata de un plan de 2006 de uso del suelo considerado de referencia en política de logística urbana, ya que afronta cambios estructurales a largo plazo en el uso del suelo que puede tener efectos a gran escala en los flujos de mercancía futuros.

- <u>Medidas del plan</u>
  - Obligar a los responsables de la generación de flujos de mercancías, como los establecimientos comerciales, a incorporar espacios para la carga y descarga. En concreto están obligados a ello las tiendas con más de 500 m^2 de superficie útil, las oficinas de más 2.500 m^2, almacenes y hoteles con más de 150 habitaciones.
  - Reserva de espacios específicos para labores logísticas por ferrocarril y transporte fluvial (zonas *UGSU –Urbaine de Grands Services Urbains-)* [ver Figura 88].
  - Reserva de 13 espacios verdes junto al río Sena (zonas *UV –Urbaine Verte-*) que pueden ser usados a ciertas horas como lugar de intercambio de mercancías entre los modos fluvial y vehículo de reparto por carretera, para posteriormente volver a su uso normal de espacio público.

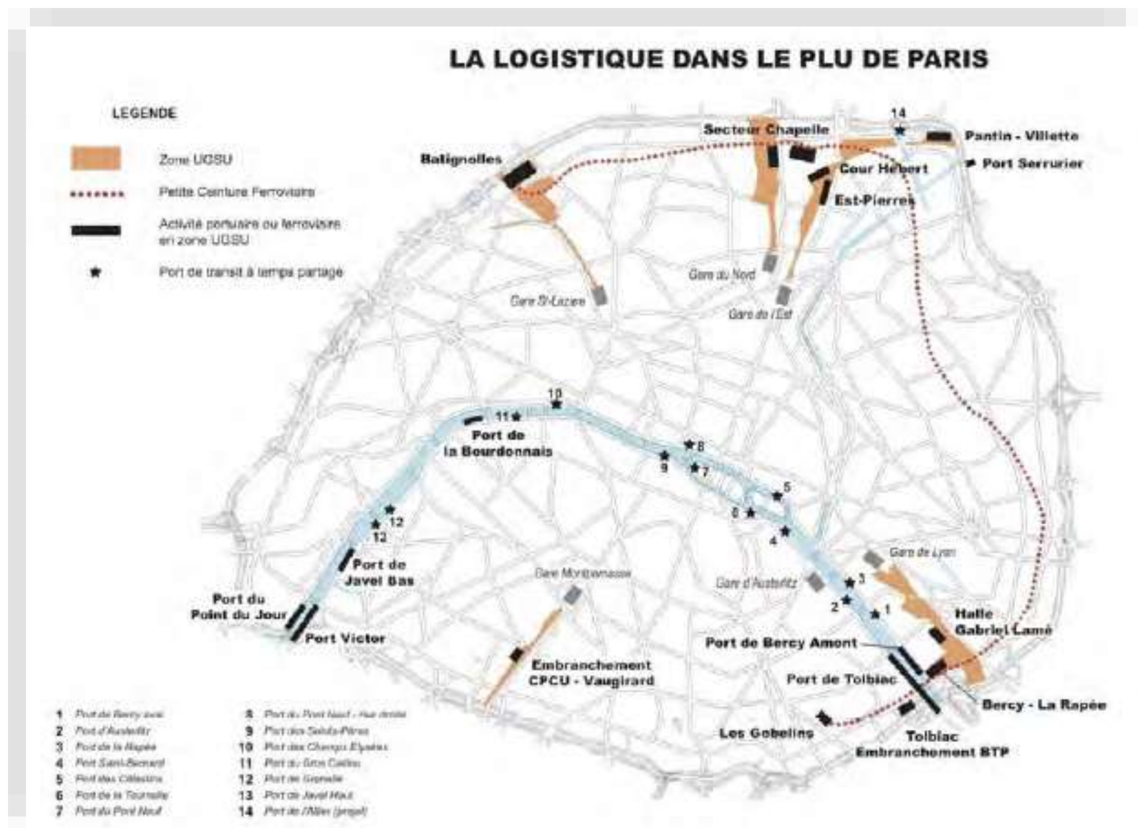


Figura 88: Reserva de espacios *UGSU* en Paris *(Urban logistics practices – Paris Case Study, 2011; TURBLOG)*

- Resultados
  - La mayoría de las estaciones logísticas portuarias y ferroviarias se han transformado y acogido otras actividades. Actualmente muchas están especializadas para un uso específico como recolección de residuos, abastecimiento de cemento, provisión de productos para alimentación, etc.
  - Sin la renovación ferroviaria impulsada por el Plan, muchas de las áreas logísticas habrían dejado de funcionar.
  - El transporte fluvial creció hasta transportar 2,5 millones de toneladas en un año, equivalente a 125.000 camiones, lo que supuso una considerable reducción de contaminación y congestión.
  - Como desventaja principal de la reserva de grandes espacios para las labores logísticas, se encuentra el desaprovechamiento para otros usos de importantes áreas de gran extensión en sitios estratégicos que servirían para el desarrollo urbanístico de París.
  - Otro inconveniente es la diferencia de escalas temporales deseadas por el sector público y privado, ya que mientras el público piensa a largo plazo, el privado desea intervenciones a corto.

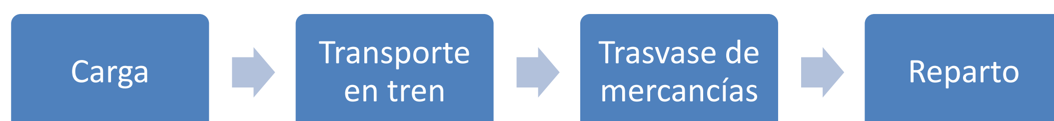
d) PROYECTO FERROVIARIO MONOPRIX

Monoprix es una gran empresa francesa de supermercados, conocida por su forma de aprovisionamiento en Paris a través de ferrocarril.

- Descripción

El aprovisionamiento de esta cadena por rail es posible gracias a la planificación logística que dedica espacios reservados a las actividades logísticas en las terminales ferroviarias, a la promoción del uso de este tipo de transporte de mercancías y al favorecimiento del uso de camiones ecológicos a través de horarios restringidos de acceso sólo para ellos.

El proceso, realizado en horas valle, consta de 4 fases:



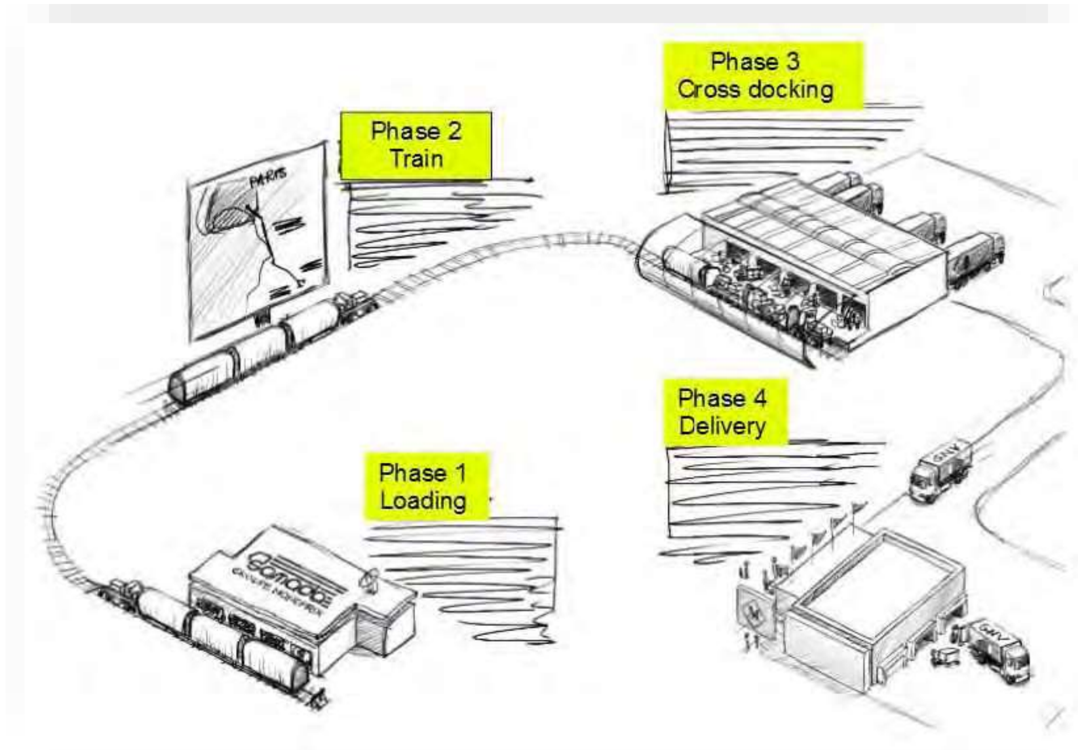
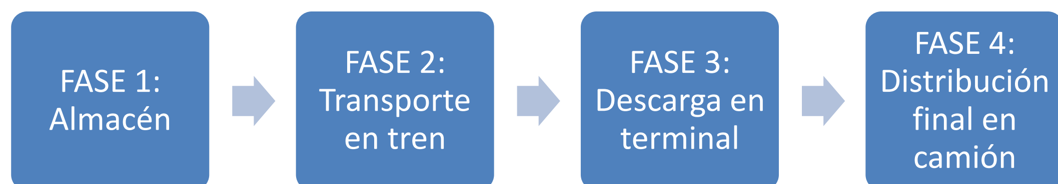


Figura 89: Esquema de funcionamiento del sistema de suministro de *Monoprix* en la ciudad de Paris *(Urban logistics practices – Paris Case Study, 2011; TURBLOG)*

- Fase 1: los proveedores llevan la mercancía a dos grandes almacenes situados en las afueras, donde se preparan y paletizan los pedidos de cada supermercado.
- Fase 2: un tren es cargado por la tarde en dichos almacenes y viaja hasta la terminal ferroviaria de *Bercy* utilizando una vía de pasajeros.
- Fase 3: debido a la pequeña longitud de la estación (aproximadamente 200 m), el tren debe descargarse en 2 fases (normalmente 8 vagones cada vez).
- Fase 4: se cargan camiones propulsados con gas natural en *Bercy* (donde existe una estación de suministro de este gas) y se distribuye la mercancía a los distintos supermercados.



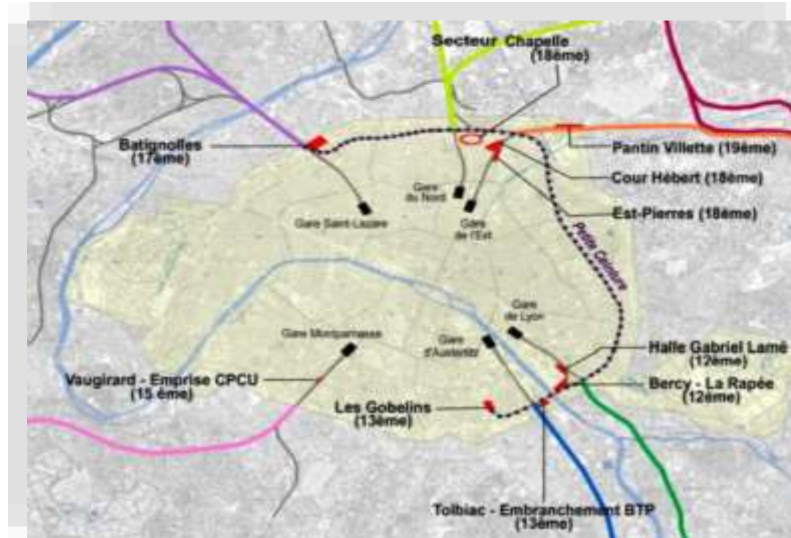


Figura 90: Red de accesos por ferrocarril a la corona exterior de Paris. Al sureste, la terminal de *Bercy* *(Urban logistics practices – Paris Case Study, 2011; TURBLOG)*

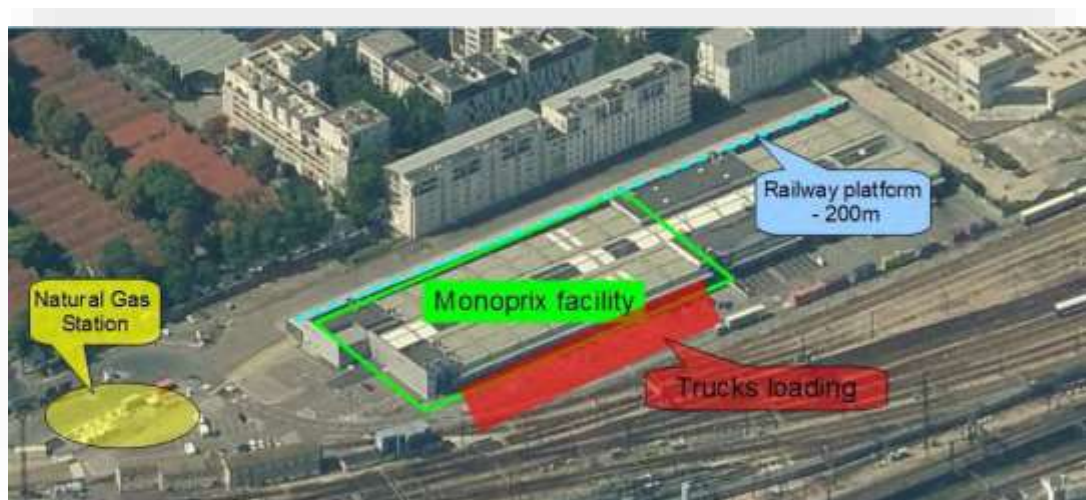


Figura 91: Terminal ferroviaria de *Bercy (Urban logistics practices – Paris Case Study, 2011; TURBLOG)*

- <u>Resultados</u>
  - Debido a que la segunda parte del tren se descarga entrada la madrugada (*night delivery*), se tuvieron que instalar barreras acústicas en muelle [Figura 92].
  - La inversión por parte del gobierno de Paris en las instalaciones del *Bercy* ascendió a 11 millones de euros, mientras que, por su parte, *Monoprix* se gastó 658.000 € en habilitar sus almacenes exteriores y sus conexiones al ferrocarril.
  - El volumen transportado por tren en un año equivale a 12.000 camiones.

- Se calcula que con este esquema se han dejado de emitir 337 toneladas de CO_2 y se ha reducido en un 60 % las emisiones de NO_x, en un 65 % CO_X y en un 90 % las partículas finas.



Figura 92: Barreras acústicas en la terminal ferroviaria de *Bercy (Urban logistics practices – Paris Case Study, 2011; TURBLOG)*

4.6.2. Barcelona

(Logística Urbana. Ciudad y Mercancías, 2010; Institut Cerdà)

a) CONTROL DE LA CIRCULACIÓN Y LA OPERATIVA DE CARGA Y DESCARGA DE LA DISTRIBUCIÓN URBANA DE MERCANCÍAS

En Barcelona existen dos tipos de ordenanzas municipales que recogen la normativa relacionada con la distribución urbana de mercancías teniendo como objetivo regular la distribución urbana de mercancías para optimizar el proceso de carga y descarga de mercancías compatibilizándolo con el resto de actividades que se desarrollan en la vía pública. Estas son: la ordenanza de previsión de espacios para carga y descarga (en la que destacan medidas como distinguir una reglamentación para cada tipo de uso (comercial, industrial, recreativo, etc.) o exigir la previsión de un almacén para determinados casos (restaurantes, cafeterías, etc.) y la ordenanza de circulación de viandantes y vehículos en la que se establecen requisitos que se deben cumplir a la hora de realizar las tareas de carga y descarga (la carga y descarga se realizará en el interior de los locales siempre que se pueda, cuando las condiciones no permitan realizarlo en el interior del local se habilitarán zonas reservadas para ello, la mercancía no puede almacenarse en la vía pública, etc.).

b) SEÑALIZACIÓN DE ZONAS DE CARGA Y DESCARGA

Existen dos tipos de señalización para este cometido: señalización horizontal (delimita las zonas afectadas por la señalización vertical) y señalización vertical (indica la normativa que se aplica (la de carga y descarga) así como los días en los que se aplica, vehículos autorizados, tiempo máximo de estacionamiento y la obligación de mostrar el disco horario).

c) CONTROL DE ACCESOS POR CÁMARA

El sistema empleado se enmarca en el programa CIVITAS y funciona mediante la ubicación de puntos de control situados en distintos lugares en función de la zona a controlar. Existe una señalización para indicar el horario de restricción de paso o el estado de ocupación de los aparcamientos de la zona. El incumplimiento de esta medida supone una sanción. Hay usuarios con acceso autorizado permanente o temporalmente (residentes de la zona, transporte público, etc.).

d) REGULACIÓN DEL ACCESO A LA ISLA PEATONAL DEL PORTAL DEL ÁNGEL

Con esta medida se busca potenciar el carácter comercial, turístico y de zona peatonal de la zona. Se establecen restricciones de acceso a vehículos en determinadas franjas horarias, fuera de las cuales los vehículos podrán entrar y estacionar un máximo de treinta minutos para efectuar las tareas de carga y descarga de mercancías. Tras la aplicación de esta medida la zona en cuestión se ha convertido en uno de los principales puntos de atracción de la actividad comercial de la ciudad.

e) IMPLANTACIÓN DE ZONAS DE CARGA Y DESCARGA (ACCIONES DE INFRAESTRUCTURA)

En relación a este tema se han implementado en la ciudad carriles llamados multiuso que permiten adaptar el uso del carril en función de las necesidades del momento (tareas de carga y descarga, aparcamiento o libre circulación). Se usa una señalización variable para especificar el uso del carril y con ello se pretende aumentar la capacidad de carga y descarga en calles con un marcado uso comercial, mejorar la fluidez del tráfico y reducir el uso del transporte privado. Tras realizar un balance de la medida se ha comprobado que se ha reducido el tiempo de viaje en estas calles entre un 12-15%, se han reducido los estacionamientos ilegales y se ha contribuido a un aprovechamiento mejor de la vía pública.

f) CENTRO DE CONSOLIDACIÓN URBANA PARA ABASTECER A UN DISTRITO (SANT ANDREU)

Esta experiencia fue impulsada tanto por empresas privadas como por organismos públicos y se realizó entre marzo y mayo de 2007. Participaron diecisiete comercios locales y cinco empresas de transporte. Se habilitó un local para la plataforma además de tres vehículos eléctricos y una bicicleta consiguiendo una capacidad operativa de 45 m3/día. También se crearon cinco plazas de carga y descarga para uso exclusivo de estos vehículos. La valoración por ambas partes (comerciantes y transportistas) fue positiva, solicitando la participación de más comercios y la ampliación del ámbito de actuación.

g) DISTRIBUCIÓN EN HORAS VALLE (MERCADONA)

En 2003 el Ayuntamiento de Barcelona inició una prueba piloto en colaboración con Mercadona para realizar la distribución nocturna de mercancías en uno de sus establecimientos, actualmente se realiza en diez municipios de Barcelona, dieciséis de Cataluña y ciento veinticinco de España. El Ayuntamiento impuso la condición de no sobrepasar los límites de decibelios (56-60 dB) y evitar las quejas de los vecinos de la zona. Las medidas tomadas para cumplir estos requisitos están enfocadas a mejorar los vehículos en lo relacionado con la emisión de ruido y en formar al personal para concienciarlo de la necesidad de minimizar el impacto acústico en el desarrollo de sus labores.

Los beneficios obtenidos por esta medida son: reducción del número de vehículos circulando en horas punta, disminución de las emisiones sonoras, reducción de la contaminación ambiental y disminución de las molestias para los peatones generadas por los trabajos de carga y descarga (para los ciudadanos) y reducción del número de viajes debido al uso de vehículos de mayor tamaño y reducción del tiempo de desplazamiento hasta un 50% (para la empresa).

4.6.3. Londres

(City Logistics Best Practices: A Handbook for Authorities, 2011; SUGAR – Sustainable Urban Goods Logistics Achieved by Regional and Local Policies-)

a) PORTAL DE INFORMACIÓN DE CARGA

Se trata de una interfaz donde las autoridades de Londres y los operadores logísticos pueden intercambiar información. El objetivo de dicho portal es reducir los costes administrativos y mejorar el acceso a la planificación de viajes de mercancías a través de la eficiencia operacional, fomentando una conducción responsable y usando vehículos de combustibles alternativos.

Con esta iniciativa, la gran mayoría de las políticas e información relevante contenida en diferentes webs queda concentrada en una sola página donde, gracias a la colaboración con la empresa *Transport for London* (*TfL)*, ofrece también:

- Una recopilación accesible sobre los servicios y contenidos ofertados.
- Mapa mercantil de Londres.
- Información de las carreteras y tráfico en directo.
- Planificador de rutas.

b) ESTRATEGIA DE IDENTIFICACIÓN DE OPERADORES LOGÍSTICOS

El *FORS (Freight Operators Recognition Scheme)* es uno de las principales consecuencias del Plan sobre Mercancías de Londres. Se trata de un organismo que califica en 3 niveles (oro, plata o bronce) a las empresas logísticas incorporadas, donde la máxima puntuación es otorgada a aquellas que mejoren activamente su rendimiento y el nivel de emisiones. Dicha calificación tiene valor de certificado de calidad de la empresa y cada una de ellas representa lo siguiente:

- Miembro bronce
  - Posee políticas efectivas de gestión de riesgos que cubre a los conductores, los vehículos y las operaciones.
  - Mantiene políticas efectivas para la reducción de multas y cargos.
- Miembro plata
  - Establece objetivos de mejora de los índices de accidentalidad, uso de combustible, infracciones, etc. dentro de su sector.
  - Desarrolla e implementa un plan de acción para lograr esos objetivos.
  - Logra dichos objetivos.
- Miembro oro
  - Supera unos ratios establecidos sobre la implantación de medidas de referencia.

Como **resultados** de esta medida se consiguió:

- La reducción de las emisiones y mejora de la eficiencia de transporte de mercancías.
- Beneficios para las empresas gracias a la reducción de costes, formación de los conductores, uso del logo *FORS,* internalización de prácticas mejoradas y participación en *workshops* y cursos sobre eficiencia.
- Un crecimiento esperado del 20 % para los años siguientes en cuanto al número de empresas dadas de alta.

c) CENTRO DE CONSOLIDACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN

El *LCCC (London Construction Consolidation Centre)* es un centro de distribución y área de servicio de reparto dedicado a materiales de construcción para abastecer a los 4 mayores proyectos constructivos del centro de Londres.

La misión de este centro consistía en "suministrar de la manera más segura y eficiente los materiales adecuados en el lugar correcto bajo las condiciones de contrato y de los directores de obra". Para ello, debían ofrecer una solución efectiva de la gestión de la cadena de suministro y, además, debido al impacto ambiental, era necesario reducir el número de vehículos que entraban en áreas urbanas.

Todos esos objetivos se lograrían gracias a la asociación entre muchas empresas y la participación de varios actores, donde cada uno asumía un rol específico dentro de todo el proceso coordinado.

El *LCCC* tiene una superficie de 5.000 m^2 con capacidad para 200.000 *pallets* con materiales de construcción y se sitúa en las afueras de la ciudad de Londres, fuera del área de congestión. Actualmente tiene otro cometido tras cumplir con su misión inicial que acabó en 2007, aunque continúan operando las mismas empresas salvo una.

Entre las claves del funcionamiento del centro de consolidación se encuentra la cooperación entre proveedores, transportistas y personal del centro y el uso de tecnologías de información y comunicación y sistemas inteligentes, que permiten por ejemplo controlar la situación de la flota con la ayuda de GPS o comunicar un retraso de entrega y acordar una nueva cita de carga, entre otras facilidades.

Entre los **objetivos alcanzados** se puede decir que se han superado de largo sobre los objetivos primeramente establecidos, tal que:

- Se ha reducido entre un 60 y un 70 % los viajes de mercancías.

- Reducción de hasta 120 minutos el tiempo de viaje entre los proveedores y los contratistas.
- Fiabilidad en la entrega del 97 %.
- Se estima una reducción del 70 al 80 % de emisiones de CO_2.

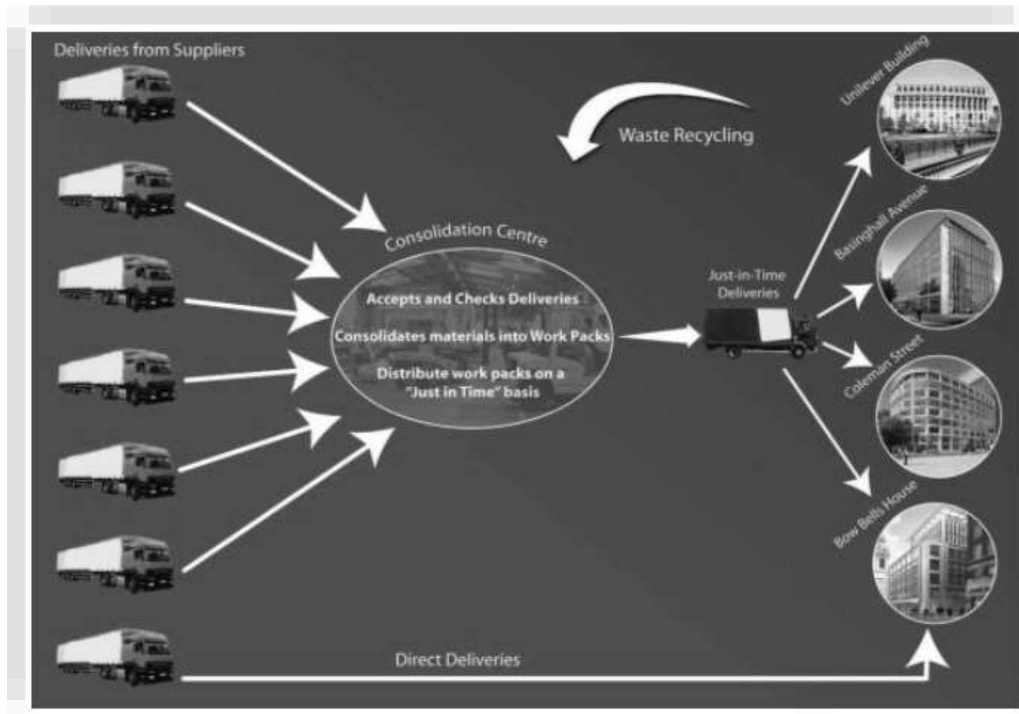


Figura 93: Esquema de funcionamiento del *LCCC* de Londres *(City Logistics Best Practices: A Handbook for Authorities, 2011; SUGAR –Sustainable Urban Goods Logistics Achieved by Regional and Local Policies-)*

d) ESTRATEGIA DE CONTROL DE CAMIONES

Las restricciones sobre camiones llevan aplicándose en Londres desde 1978, cuando se empezó a prohibir el acceso de vehículos pesados a zonas residenciales a partir de determinados horarios.

Control de Camiones controla el movimiento de vehículos de mercancías pesados, de más de 18 t de peso bruto máximo, durante la noche y fines de semana dentro de un área determinada. Para que estos vehículos puedan pasar por dicha zona y en esa franja horaria, se requerirá de un permiso especial y la ruta a seguir vendrá fijada por el organismo correspondiente.

e) ZONA DE BAJA EMISIÓN (*LEZ*)

La *LEZ* fue implementada en Londres en febrero de 2008, cubriendo gran parte del *Greater London*, incluyendo todas las carreteras públicas y algunas autopistas dentro del área delimitada.

Las medias implantadas consistían en la restricción progresiva de acceso a los vehículos más grandes y contaminantes, bajo fuertes cargas económicas diarias.

Entre los **resultados medioambientales** destacan:

- Reducción sobre el total de las emisiones debidas al tráfico rodado de las PM_{10} de hasta el 6,6 % en 2012.
- Reducción de zonas del *Greater London* que excedían los niveles máximos anuales de partículas finas en un 5,8 y un 14 % en 2008 y 2012, respectivamente; y reducción de un 5 y un 20 % en 2008 y 2012 respectivamente de NO_2.
- Ganancia total de 5.000 años de esperanza de vida entre toda la población.
- Más de 300.000 casos de personas con problemas respiratorios han visto reducidos sus síntomas considerablemente.

No obstante, no todo son datos positivos respecto de las *LEZ*, ya que existe una oposición mayoritaria de los transportistas, donde en el caso de Londres se contabiliza un porcentaje del 91 % de quejas contra las medidas de acceso.

4.6.4. La Rochelle

(Cities of La Rochelle and Norwich goods distribution and city logistics, 2008; CIVITAS thematic leadership programme)

a) PLATAFORMA ELCIDIS

Se trata de un centro de consolidación que empezó a funcionar en febrero de 2001 con el objetivo de optimizar la distribución urbana de mercancías en el centro histórico de la ciudad desde una perspectiva respetuosa con el medio ambiente.

ELCIDIS es un proyecto con tiene dos ámbitos de aplicación: por un lado, la distribución de paquetes y servicios auxiliares por medio de vehículos eléctricos y, por otro lado, la reorganización del reparto para aliviar la congestión.

El proyecto fue impulsado y coordinado por la Comumunauté d'Agglomération (*CdA*) de La Rochelle con la colaboración de diversos organismos. Se dividió en dos

partes: estudios técnicos (1999-2000) y experimentación (comienzo en 2001) y buscaba facilitar la distribución y contribuir al desarrollo económico del centro, potenciar el uso de vehículos ecológicos, racionalizar el uso de la vía pública y mejorar la congestión en el centro. Participaron 1.300 comercios contando con una plataforma urbana de carga y descarga y usando vehículos eléctricos para los desplazamientos en el centro de la ciudad. Se desarrolló una ordenanza urbana que prohibía el acceso al centro a vehículos mayores de 3,5 t salvo en determinadas franjas horarias. Tras realizar una valoración de la experiencia se observó que las entregas realizadas en el centro suponían un 70% del total. Se ofrecieron otro tipo de servicios como el almacenamiento o el embalaje y se crearon otros para conseguir financiación como entregas a domicilio, potenciación de entregas a través del río, etc. *(Logística Urbana. Ciudad y Mercancías, 2010; Institut Cerdà)*

Las autoridades locales delegaron las tareas operacionales a una empresa privada y, de esta asociación público-privada sellada en 2006, nació una serie iniciativas de mejora del sistema:

- La subcontratación para el reparto capilar por parte de los transportistas, resultando beneficiosa en términos de costes y tiempo.
- Adaptación de los vehículos eléctricos antiguos a furgonetas eléctricas o híbridas que puedan transportar grandes cargas.
- Implementación de sistemas de comunicación con los distribuidores en tiempo real que permita notificar a los conductores de cambios en los repartos para adaptar la ruta de reparto sobre la marcha.
- Diversificación de las actividades desarrolladas en el centro de consolidación, como arrendar determinados espacios a los establecimientos para almacenaje de *stock* o realizar labores de inventario, etiquetaje, etc.
- Compartir parte de la flota con los clientes siempre que se haga cargo de la misma el mismo operador, ofertando la posibilidad de autoabastecerse en caso que así lo desearan.
- Reforzar el control sobre la regulación del tráfico de mercancías.

b) INVOLUCRACIÓN DE AGENTES Y SERVIOS

Implicar a todos los agentes en el flujo de bienes, fue la base para conseguir la ampliación de los servicios ofertados y la cooperación con los comerciantes. Gracias al contacto con los distintos sectores de actividades, se pudieron conocer los

requerimientos de cada uno y el tipo de transporte realizado se pudo diversificar a la distribución de periódicos, bebidas, cigarrillos, joyas, etc.

Entre las principales ventajas detectadas como consecuencia de la implicación de los distintos agentes y servicios, se incluyen las 3 siguientes:

- Mejora de la circulación del tráfico gracias al ofrecimiento de información sobre obras en calles, congestión, etc. en la página web del ayuntamiento y a la posibilidad de reserva de aparcamiento en la calle a través de prepago.
- Nuevos esquemas de financiación con ayudas por parte de las agencias gubernamentales para incentivar el uso de vehículos eléctricos, los cuales son ahora más accesibles y económicos.
- Sincronización y mejora de la planificación entre comerciantes en aras de poder reducir una gran cantidad de viajes innecesarios a centros de venta al por mayor, situados en las afueras de la ciudad.

4.6.5. Utrecht

La ciudad holandesa de Utrecht, con más de 300.000 habitantes, tiene una gran tradición en implantación de medidas sobre logística urbana, quizá debido a que desde hace tiempo la ciudad de Utrecht ha afrontado problemas de tráfico y mala calidad del aire.

En este caso de estudio se mencionan cuáles son las medidas que ha ido incorporando históricamente y, de entre todas ellas, se describen aquéllas consideradas de buenas prácticas.

Algunos valores de referencia sobre el estado de arte de la logística urbana en Utrecht se muestran en la Figura 95 y en la Figura 94.

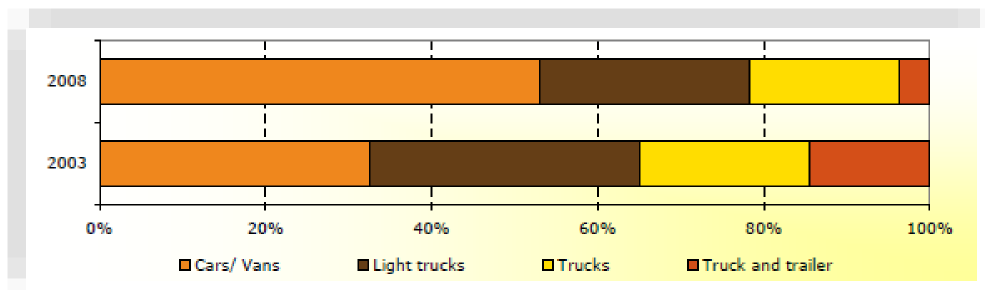


Figura 94: Evolución y reparto modal para la distribución urbana de mercancías en Utrecht *(Urban logistics practices* – Case Study of the City of Utrecht*, 2011; TURBLOG)*

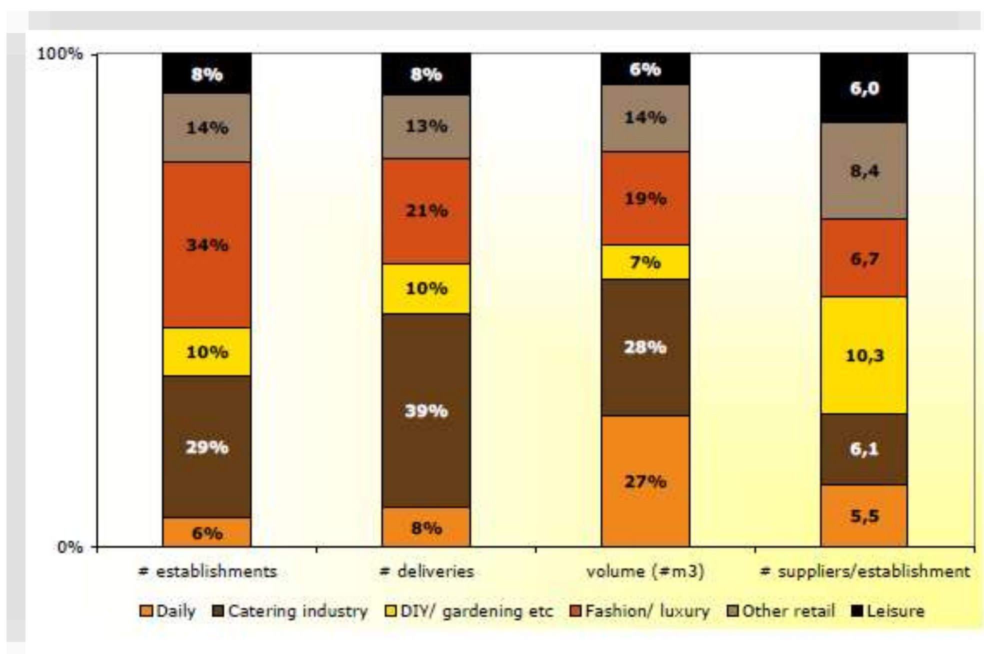


Figura 95: Distribución de establecimientos, operaciones de aprovisionamiento, volumen de mercancías y relación número de proveedores por establecimiento según los sectores de actividad en la ciudad de Utrecht *(Urban logistics practices* – Case Study of the City of Utrecht, *2011; TURBLOG)*

a) MEDIDAS IMPLANTADAS

a.1.- Restricciones sobre vehículos

Sobre el acceso a camiones y furgonetas de determinado tamaño y peso para prevenir daños a bodegas y puentes históricos y por las características físicas de algunas calles.

a.2.- Ventanas temporales

El objetivo de establecer horarios de reparto era proporcionar seguridad a las personas que estuvieran de compras y mejorar la calidad de vida.

a.3.- Centros de distribución urbana (1994)

[Es una de las medidas destacadas que se ve en el epígrafe b)]

a.4.- El "Barco de la Cerveza" (1996)

[Es una de las medidas destacadas que se ve en el epígrafe b)]

a.5.- Perfil de entrega de Utrecht (2003-2009)

Se trata de un estudio realizado para la adquisición de datos cuantitativos sobre la distribución urbana de mercancías. El informe final evaluó el servicio de una empresa distribuidora, la recogida de basuras tras el cierre de los negocios, ajuste de las ventanas

temporales, estímulo de vehículos limpios y posibles nuevos servicios adicionales para el "Barco de la Cerveza".

a.6.- **Rutas logísticas (2004)**

Selección de rutas para ayudar a los repartidores a encontrar el centro de la ciudad evitando zonas residenciales. Estas rutas están señalizadas claramente desde la autopista y además informan de las restricciones vigentes.

a.7.- **Plan de distribución urbana (2005)**

Este plan de 2005, de iniciativa público-privada, tenía por objeto optimizar las medidas existentes sobre logística urbana, articular unas con otras y crear algunas nuevas donde fuera necesario. Esto se tradujo en nuevas zonas de descarga, nueva señalización, una campaña de concienciación y sugerencias sobre distribución sostenible, entre otros resultados.

a.8.- **Zonas medioambientales (2007)**

[Es una de las medidas destacadas que se ve en el epígrafe b)]

a.9.- ***"Cargohopper" (2009)***

[Es una de las medidas destacadas que se ve en el epígrafe b)]

a.10.- **Estímulo de vehículos limpios**

A través de un pacto de negocios entre supermercados se pretende el uso de camiones más limpios para el aprovisionamiento de dichos supermercados.

b) MEDIDAS DESTACADAS

b.1.- **Centros de distribución urbana (1994)**

Creados para proporcionar servicios comerciales para el reparto de productos a establecimientos y hogares, en Utrecht se establecieron varios centros de conocidas empresas de paquetería y servicios *express* y otros cuantos de pequeñas empresas logísticas locales.

El funcionamiento es igual que otros centros del estilo: los cargadores y proveedores descargan los productos en estos centros donde son manipulados y cargados en los vehículos adecuados para la correspondiente entrega final.

El permiso para el establecimiento de un centro de distribución urbana requiere que la empresa solicitante posea más de 100 entregas en un día laborable, el centro se

sitúa a menos de 5 km de la autopista y a menos de 10 km de la ciudad y, además, debe usar vehículos ecológicos adaptados a las características de la ciudad.

En el ámbito económico, los centros de distribución urbanos no están financiados por el municipio, pero a la vez, las empresas disponen de ciertas ventajas tales como el uso del carril bus o no tener limitaciones por franjas horarias en las áreas peatonales.

Como logros de esta medida se encuentran la reducción de los costes de transporte, el incremento de la productividad y el mayor atractivo generado en la ciudad.

b.2.- El barco de la cerveza (1996)

Es un barco que abastece desde 1996 a 70 establecimientos de *catering* asentados cerca de los canales de Utrecht. El objetivo principal de esta medida era preservar los puentes y entorno de estos canales y evitar la circulación de vehículos de reparto por dichas zonas; sin embargo, el tráfico creciente hizo aún más necesaria esta medida. En 2010 el barco propulsado por diésel se reemplazó por uno eléctrico y se consideró la necesidad de aumentar el número de barcos de reparto.

Propiedad del ayuntamiento, tiene una capacidad de 50 toneladas y a fecha de 2010 era usado por 4 proveedores de cerveza, un distribuidor industrial de hostelería y 65 clientes.



Figura 96: "El Barco de la Cerveza" operando *(http://smartcitystudio.com/)*

b.3.- Zonas medioambientales (2007)

Consiste en la creación de zonas, en este caso el centro de la ciudad, donde la circulación de camiones muy contaminantes está prohibida. Al mismo tiempo, se incentiva la sustitución de estos vehículos por otros menos contaminantes o la instalación de filtros en los tubos de escape. Como objetivos de esta medida se pretendía aumentar la calidad del aire, reducir el ruido y, en general, mejorar la seguridad y comodidad de los habitantes y turistas.

El coste estimado para el cambio de toda la flota (6.500 vehículos) se sitúa cerca de 69 M€ para las empresas, que pueden optar a ayudas para el cambio de vehículos al tipo Euro 5 y para la instalación de un filtro certificado.



Figura 97: Delimitación de la Zona Medioambiental (LEZ) de Utrecht *(Urban logistics practices* – Case Study of the City of Utrecht*, 2011; TURBLOG)*

b.4.- "*Cargohopper*" (2009)

Es un tipo de vehículo similar a un pequeño tren de carretera que produce cero emisiones y que tiene el privilegio de realizar las labores logísticas a cualquier hora y en cualquier lugar de la ciudad. También, gracias a su pequeño ancho puede pasar por cualquiera de las estrechas calles del casco antiguo medieval de Utrecht.

El vehículo consta de varios contenedores que se pueden enganchar y desenganchar, con capacidad para transportar paquetes, que no *pallets*, y puede circular

a una velocidad máxima 20 km. Tiene un ancho especial de 1,25 m y se propulsa gracias a los paneles solares que hay encima de los contenedores.

A pesar de que puede realizar el trabajo en un solo día de 5 a 8 furgonetas estándar, su limitada autonomía de 60 km provocó que se creara un punto extra de transferencia de mercancía entre los centros de distribución urbanos y el centro de la ciudad.



Figura 98: "*Cargohopper*", vehículo para reparto de mercancías adaptado a las características de Utrecht *(Urban logistics practices* – Case Study of the City of Utrecht*, 2011; TURBLOG)*

4.6.6. Bristol

(A methodology for the evaluation of urban logistics innovations - The Sixth International Conference on City Logistics, 2010; Patiera, D. & Browneb, M.)

a) CENTRO DE CONSOLIDACIÓN URBANA (*UCC*)

La experiencia fue llevada a cabo por el Ayuntamiento de Bristol junto con la empresa DHL y financiada por la Unión Europea (Proyecto Vivaldi – CIVITAS).

Operativo desde 2004, el centro de consolidación urbana fue diseñado para servir la mayor área comercial de Bristol, *Broadmead,* situada en el centro de la ciudad. Esta zona cuenta con 300 establecimientos comerciales y se estima un crecimiento potencial de hasta un 40 % más.

La *UCC* se sitúa en un punto estratégico entre dos autopistas y un área industrial en el noroeste de Bristol, siendo el tiempo medio de viaje desde aquí hasta *Broadmead* de unos 25 minutos.

Los objetivos generales eran reducir la congestión y la polución, mientras que los **objetivos más específicos** se resumen en los puntos siguientes:

- Reducir el número de vehículos de reparto en el área servida.
- Ayudar a la mejora de la calidad del aire.
- Solventar los conflictos entre vehículos en áreas de carga y descarga.
- Reducir las fricciones entre los vehículos de distribución y los demás usuarios, incluyendo peatones.
- Mejorar el servicio de entrega a minoristas.
- Facilitar servicios de valor añadido a los comerciantes.

La implantación de la *UCC* se planteó de tal forma que los establecimientos podrían adherirse de forma voluntaria y el coste derivado del uso de la mima se aumentaría de forma gradual en el tiempo.

Los principales resultados de la creación de este centro de consolidación urbana fueron bastante prometedores. Tan sólo hace falta comparar la situación anterior con la actual para vislumbrar las consecuencias de la nueva organización:

- <u>Situación anterior</u>
  - Alrededor de 100.000 entregas anuales eran llevadas a cabo en *Broadmead*.
  - Cada proveedor operaba de forma independiente, pudiente incluso contratar a terceros que también actuaban de forma independiente.
  - Algunos repartos provenían de zonas muy alejadas mientras otras provenían de la propia ciudad, en un porcentaje de los primeros del 20 %.
- <u>Situación actual</u>
  - La *UCC*, de unos 500 m^2, carga 3 tipos de vehículos: uno de 7,5 t de capacidad, otro de 18 t y otro de tipo eléctrico de 9 t de capacidad.
  - Ningún comercio observado en el estudio de evaluación de la medida se opuso al nuevo esquema organizativo.

En cifras, las **consecuencias del nuevo sistema** supusieron (*estudio para un periodo de 12 meses en el curso 2007/2008):*

- Reducción del 75 % de los viajes.
- El coste total ascendió a £ 459.000.
- Los ingresos para la *UCC* fueron de £ 174.000, siendo necesario la cofinanciación pública para equilibrar el déficit, si bien año a año éste tiende a reducirse.
- Se estimó una reducción de 89 t de emisiones de CO_2, 870 kg de NO_x y 25 kg de PM_{10}.
- Se crearon nuevos empleos al mismo tiempo que se destruyeron puestos de trabajo relacionados con la profesión de conductor de vehículos de reparto.
- Las condiciones de los trabajadores mejoraron.
- El 90 % de los comerciantes están completamente satisfechos por el servicio prestado por la *UCC*.
- El número de establecimientos adheridos a la *UCC* no ha parado de crecer año tras año desde su implantación.

4.6.7. Vitoria-Gasteiz

Vitoria-Gasteiz, capital de Álava, posee una población de 242.082 habitantes (a fecha de 2014), siendo la ciudad de referencia en aplicación de medidas innovadoras de distribución urbana de mercancías para poblaciones de tamaño medio dentro del territorio nacional. Ha participado activamente en el programa CIVITAS y sigue preocupándose actualmente por la problemática derivada de la logística urbana.

a) PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE Y ESPACIO URBANO

El Plan de Movilidad y Espacio Público de **Vitoria-Gasteiz** es un referente en España para la logística urbana, ya que trata este tema en profundidad, con un riguroso análisis y una batería de propuestas enmarcadas en el programa europeo *CIVITAS* que están resultando satisfactorias. Concretamente, los datos de diagnóstico que arroja el estudio llevado a cabo para la elaboración de dicho Plan, pueden servir de referencia para otras ciudades españolas similares, de tamaño medio, tal y como asegura el libro "*Sobre la Movilidad en la Ciudad*" (*Herce, M.; 2009*) en su *Capítulo X*. Estos datos reflejan el número medio de operaciones semanales según el tipo de comercio (clasificados en 6 grupos según muestra la Tabla 25) y la cantidad de mercancía en número equivalente de *pallets* que interviene en cada operación [ver Tabla 26].

TIPO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	COMERCIOS Y ESTABLECIMIENTOS
Alimentación	Supermercados, pescaderías, carnicerías, tocinerías, hornos de pan, verdulerías, fruterías, pastelerías, tiendas de alimentación, bodegas, granjas
Hostelería	Hoteles, restaurantes, colegios, residencias, bares, cafeterías, discotecas, hospitales, cines, teatros
Consumo personal	Droguerías, perfumerías, cosméticos, tintorerías, zapaterías, floristerías, farmacias, ópticas, reparación de calzado, peluquerías, centros de estética
Materiales de construcción y vivienda	Electrodomésticos, ferreterías, lampisterías, tapicerías, material de baño y cocina, muebles, colchones, material de construcción, carpinterías, material electrónico
Ocio	Librería, papelería, relojería, joyería, fotografía, informática, juguetes, deportes, venta de animales, quiosco, estanco, galerías de arte, filatelia, imprenta, gimnasio, centros cívicos
Heterogéneo	Agencias de viajes, mensajerías, fábricas, almacenes, venta de coches, autoescuelas, alquiler de coches, talleres mecánicos, bancos y cajas de ahorros, compañías de seguros, oficinas

Tabla 25: Clasificación de establecimientos comerciales según el tipo de actividad (*Plan de Movilidad y Espacio Público de Vitoria-Gasteiz, 2008*)

Tipología de actividad económica	Número de operaciones semanales según tipología	Número de palets por operación
Alimentación	15	0,125
Hostelería	12	0,25
Consumo personal	11	0,125
Materiales de construcción y vivienda	19	0,5
Ocio	18	0,125
Heterogéneo	8	0,125

Tabla 26: Número de operaciones y cantidad de mercancía implicada por operación en número equivalente de *pallets* agrupados por tipo de actividad del establecimiento comercial al que se refieren (*Plan de Movilidad y Espacio Público de Vitoria-Gasteiz, 2008)*

b) SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN ÁREAS PEATONALES

El sistema consta de 3 medidas:

- Ventanas temporales
- Zonificación de áreas peatonales y zonas de carga y descarga
- Incentivo del uso de vehículos ligeros

Las labores de carga y descarga en las áreas peatonales con vehículos motorizados deben terminar antes de las 11:00. Al mismo tiempo, se han habilitado varias zonas para realizar dichas tareas en las áreas colindantes a las calles comerciales de acceso restringido a vehículos, desde donde las empresas distribuidoras pueden hacer el reparto hasta las 14:00. Desde tales zonas habilitadas, sólo pueden acceder al destino final en el área peatonal los vehículos ligeros.

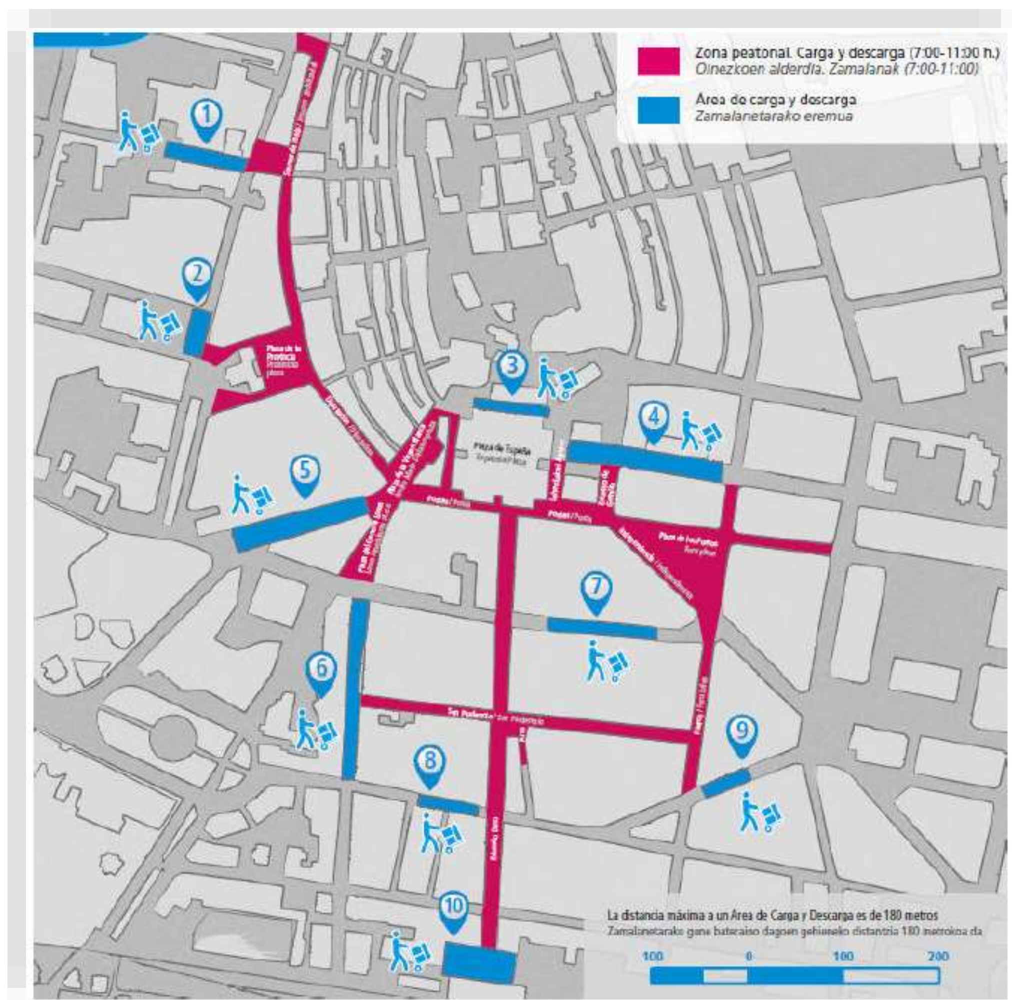


Figura 99: Áreas peatonales y zonas habilitadas de carga y descarga en el centro de Vitoria-Gasteiz *(CIVITAS Study Tour in Vitoria-Gasteiz, Spain; 2014)*

PARTE III. Aplicación práctica

CAPÍTULO 5. METODOLOGÍA

En esta parte se persigue estudiar qué posibles medidas innovadoras podrían aplicarse a Granada y la propuesta de algunos sistemas propios abiertos a la crítica y debate en futuras investigaciones, siempre que proceda.

La metodología seguida se divide en 3 fases:

- Análisis

Se trata, por un lado, de estudiar la situación existente en Granada a nivel metropolitano y en el ámbito de la logística urbana y, por otro lado, detectar y analizar en detalle algunas de las zonas más conflictivas dentro del casco urbano.

- Diagnóstico

En esta fase se pretende obtener las conclusiones del análisis y dar partida a reconocer qué problemas han de solventarse. Detectar sus fortalezas y debilidades y encontrar sus oportunidades y amenazas (Análisis DAFO).

- Propuestas y evaluación

En esta última fase se intenta dar forma a una serie de medidas que podrían aplicarse desde el ámbito de la planificación urbanística, desde la gestión y explotación, por parte tanto del sector público como privado, y desde el ámbito de nuevos equipamientos.

5.1. Análisis

5.1.1. Logística a nivel metropolitano

a) MERCAGRANADA

Mercagranada es un área logística especializada en alimentación y situada en el noroeste de la capital. En dicha área se ubican empresas que compran sus productos en origen y los venden al por mayor, aunque también cuenta con servicios de valor añadido como envasado, conservación, etc. y servicios complementarios como consultorías, asesorías, etc.



Figura 100: Plano de Mercagranada ***(Sitio web de Mercagranada: http://mercagranada.es)***

La web de Mercagranada ofrece una amplia información sobre todo lo relacionado con la plataforma y los servicios que ofrece, además de datos estadísticos desde 2013.

De estos datos se puede sacar valiosa información, como el número de operaciones, los tipos de vehículos utilizados y las variaciones estacionales, que a pesar de ser datos sólo de la plataforma logística, da una idea de los porcentajes de tipos de vehículos que entran a Granada, ya que es el principal centro de consumo que sirve este centro entre otras orientaciones aproximadas.

En la Figura 101, se observa una ligera disminución de las operaciones durante los meses de invierno, para los años 2013 y 2014, a la vez que se aprecia una notable diferencia entre el número de vehículos que suministran el centro y el número de vehículos que acuden al centro para ser cargados y distribuir la mercancía en su mayor parte dentro de la ciudad de Granada.

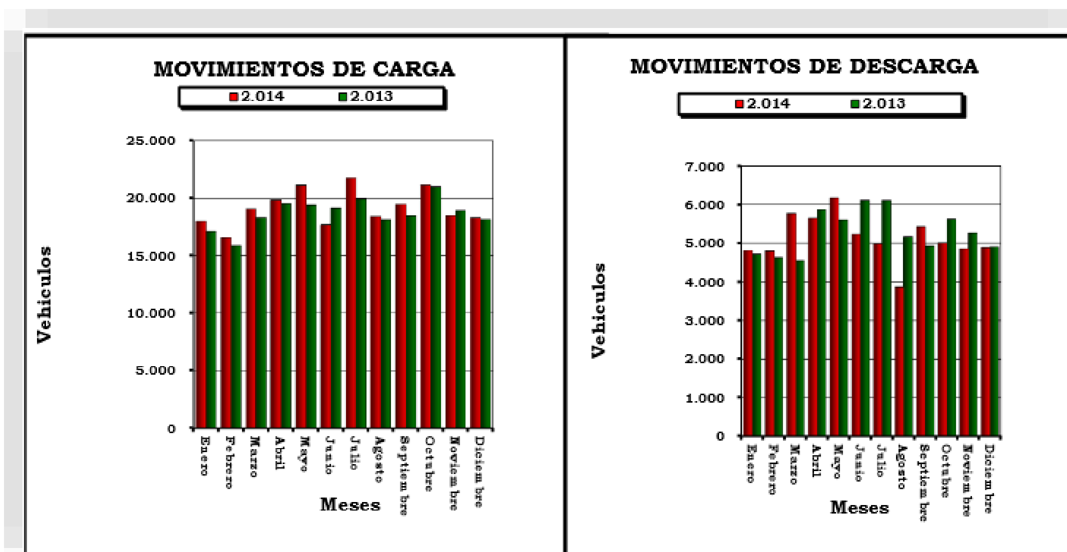


Figura 101: Movimientos de carga y descarga en Mercagranada durante los años 2013 y 2014, discretizado por meses *(Sitio web de Mercagranada: http://mercagranada.es)*

En cuanto al tipo de vehículos que descargan y se abastecen en Mercagranada, los porcentajes son muy similares, predominando claramente los vehículos ligeros (menos de 4 t) con un 89 % de representación sobre los vehículos de mercancías; mientras que los vehículos medios (de 4 a 8 t) son los menos habituales con un 2 %; y los vehículos pesados (más de 8 t) que suponen en torno al 10 % de los vehículos utilizados.

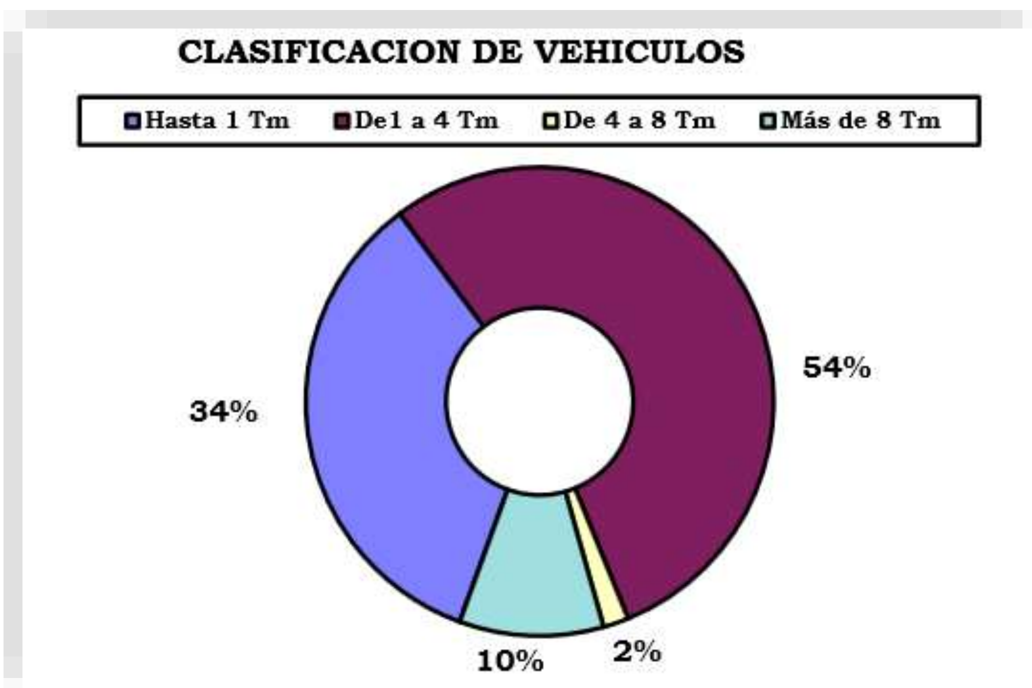


Figura 102: Clasificación de vehículos que operan en Mercagranada por capacidad *(Sitio web de Mercagranada: http://mercagranada.es)*

b) ÁREA LOGÍSTICA DE GRANADA

Se trata de un proyecto futuro que Red Logística de Andalucía describe al Área Logística de Granada, literalmente del siguiente modo *(http://www.redlogisticadeandalucia.es):*

- **“Entorno Operativo**

Con una superficie total de 60 Ha. el Área Logística de Granada constituye la alternativa funcional y operativa en la provincia para las empresas de transporte y distribución regional de mercancías por carretera y las empresas auxiliares de las mismas, las cuales reciben un conjunto de servicios adaptados a sus necesidades.

En línea con el Corredor Mediterráneo, elementos como la proximidad y accesibilidad directa al núcleo de consumo y actividad de la ciudad de Granada y su conectividad con el conjunto de infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias junto al amplio abanico de servicios ofrecidos, consolidan al Área Logística de Granada como un centro de referencia para las actividades de logística y distribución regional y urbana en Andalucía.

- **Diseño Funcional**

Su diseño funcional atiende a las siguientes zonas perfectamente delimitadas:

- Parcelas Logísticas: 728.000m² de superficie repartidos en cinco grandes macromanzanas que facilitan a operadores logísticos y empresas de distribución el diseño óptimo de sus instalaciones en función del volumen de actividad actual y futuro.
- Centro Integrado de Servicios: 95.000m² que ofrecen equipamientos y servicios a empresas, flota de transporte y a las personas que en ellas trabajan: estación de servicio, talleres, parking y zona administrativa y comercial integran la oferta rotacional y de servicio del Área Logística.
- Terminal Intermodal: 75.000m² que dotan al Área Logística de Granada de intermodalidad ferroviaria y conectando directamente con el Corredor Mediterráneo”.



Figura 103: Futuro emplazamiento del Área Logística de Granada *(http://www.redlogisticadeandalucia.es)*

Figura 104: Plano zonificación del Área Logística de Granada *(http://www.redlogisticadeandalucia.es)*

Tanto Mercagranada como el Área Logística de Granada se sitúan de forma contigua y en un lugar estratégico en la intersección de vías de primer orden, aún por ejecutar, y con acceso al ferrocarril. También se encuentran a escasos kilómetros del Aeropuerto de Granada.

La Figura 105 muestra el emplazamiento actual de Mercagranada y la ubicación futura del Área Logística de Granada. Como puede apreciarse se sitúan entre la circunvalación actual y el proyecto de la 2ª circunvalación (líneas rojizas), además de encontrarse a pie del ferrocarril (línea negra) y la autovía que parte de la Avenida de Andalucía.

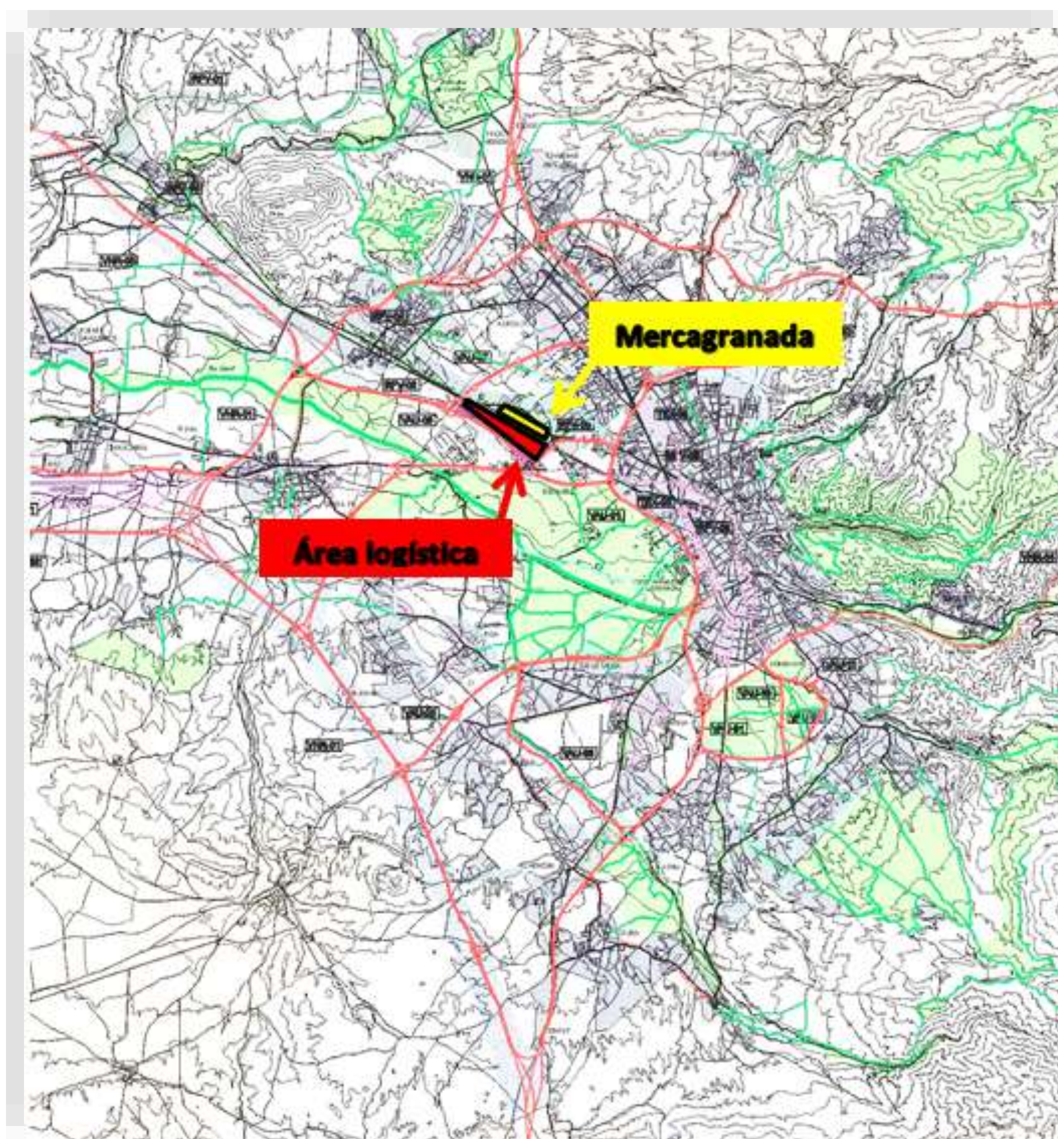


Figura 105: Localización de Mercagranada y el Área Logística de Granada dentro del contexto futuro de la ejecución del POTAUG *(POTAUG: Plano Estructura de Articulación Territorial)*

c) POLÍGONOS INDUSTRIALES Y CENTROS COMERCIALES

Según información de los periódicos provinciales, Granada es la provincia que menos centros comerciales tiene por habitante. De hecho, la provincia cuenta actualmente con 8 centros, de los cuales 7 se concentran en el área metropolitana de la capital. Por su parte, en la corona de la capital, también se sitúan varios polígonos industriales y otros grandes centros de actividad industrial y del sector servicios, cuya ubicación se muestra en la Figura 106.

El aprovisionamiento de estas áreas no es objeto de estudio de este Proyecto, ya que se realiza de forma completamente distinta al de los establecimientos incrustados en el tejido urbano. En concreto, el aprovisionamiento se realiza a gran escala con pocas visitas y grandes vehículos, mientras que los comercios y demás establecimientos del sector servicios ubicados dentro de la ciudad siguen un esquema más bien opuesto, con numerosas entregas en vehículos más pequeños.

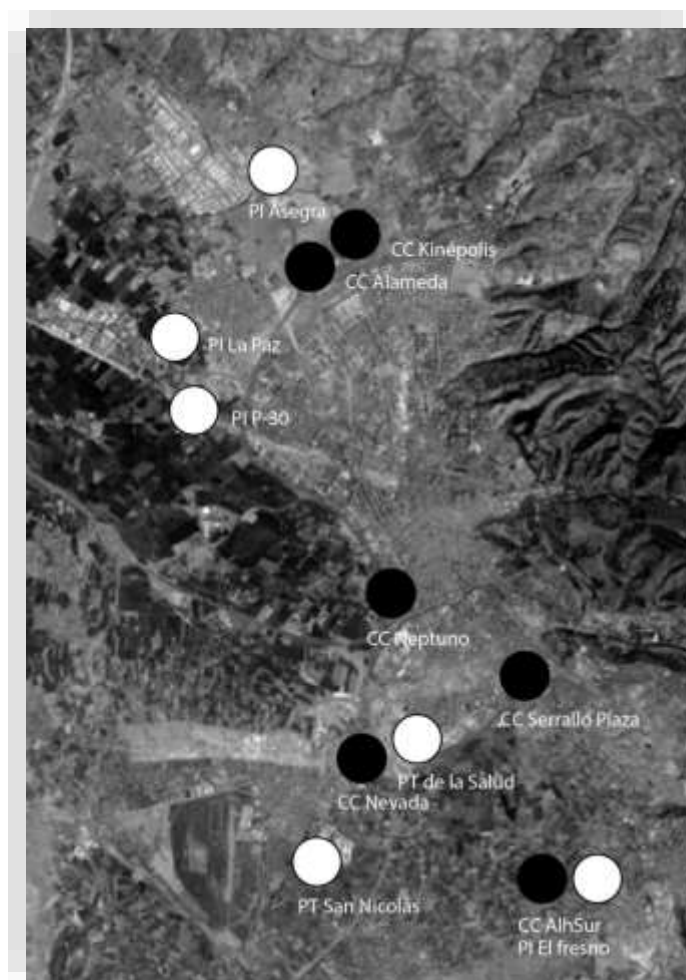


Figura 106: Principales centros comerciales (CC) y polígonos industriales y demás áreas de gran actividad metropolitana de Granada (*Elaboración Propia con datos de Google Maps)*

5.1.2. Logística a nivel local

Tras un estudio de la ciudad, se comprueba rápidamente la mayor concentración de actividad comercial en el centro de la ciudad de Granada.

Puesta en contacto con el Área de Movilidad del Ayuntamiento de Granada, éste da informe de la zona del Barrio de la Magdalena y casco histórico como zonas problemáticas en la realización de las labores de logística urbana, especialmente la carga y la descarga.

Como ejemplo, en este Proyecto se estudian varias zonas del Barrio de la Magdalena y, por otro lado, la confluencia de Calle Elvira con Plaza Nueva [Figura 107].

En resumen, el análisis de las zonas concretas dentro del casco urbano se centra en:

- Calle Elvira, especialmente su parte final y concurrencia con Plaza Nueva.
- Partes de alta densidad de comercios en Barrio de la Magdalena, como son el entorno de Plaza de Gracia, Pedro Antonio de Alarcón, calle Tablas con calle Obispo Hurtado y calle Puentezuelas.



Figura 107: Localización de las áreas estudiadas (*Elaboración propia*)



Figura 108: Partes analizadas dentro del Barrio de la Magdalena (*Elaboración propia*)

El proceso seguido consiste en determinar el perfil logístico según el apartado 4.3.4. Tras conocer el tipo de perfiles existentes en cada zona, se puede obtener una orientación del tipo de medidas más indicadas para resolver los problemas de cada área en particular.

Los pasos seguidos han sido los siguientes:

- Identificación y clasificación de restricciones de acceso y operaciones de reparto. Localización de las zonas de carga y descarga.
- Identificación y clasificación de los establecimientos según grupos de actividad[50] definidos por el Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público de Vitoria-Gasteiz [ver apartado 4.6.7].
- Cálculo del peso de cada actividad en cada zona.
- Cálculo de la densidad comercial, medido como número de establecimientos de ese tipo por hectárea de calle.
- Determinación del tipo de Perfil Logístico por actividad y zona.

Este análisis se muestra en el ANEXO 4.

El resultado del análisis se muestra en la siguiente tabla:

	Alimentación	Hostelería	Consumo personal	Materiales de construcción y vivienda	Ocio	Heterogéneo
Entorno Plaza Gracia	PERFIL B	PERFIL E	PERFIL E	PERFIL A	PERFIL E	PERFIL E
Calle Recogidas	PERFIL B	PERFIL B	PERFIL A	PERFIL A	PERFIL E	PERFIL E
Calle Pedro Antonio de Alarcón	PERFIL B	PERFIL B	PERFIL A	PERFIL A	PERFIL E	PERFIL A
Calle Tablas + Obispo Hurtado	PERFIL B	PERFIL A	PERFIL A	PERFIL A	PERFIL E	PERFIL E
Calle Puentezuelas	PERFIL B	PERFIL A	PERFIL A	PERFIL A	PERFIL A	PERFIL E
Entorno Calle Elvira	PERFIL E	PERFIL E	PERFIL E	PERFIL E	PERFIL E	PERFIL E

Tabla 27: Determinación del tipo de Perfil Logístico por sector de actividad y zona de estudio (Elaboración propia)

Como puede apreciarse, todos los perfiles son de tipo A, B o E, como era de esperar, ya que los perfiles C y D se corresponden con centros de negocios (p. ej. edificios de oficinas) y grandes superficies (p.ej. parques tecnológicos).

De hecho, los Perfiles A, B, C, D y E suelen responder a un tipo de actividad, aunque pueden variar debido a que para determinarlos también se consideran las características de la zona donde se hallan.

[50] Las tiendas de textil no estaban incluidas en ningún grupo, por lo que se decidió agruparlas con el bloque de Consumo Personal.

Teniendo en cuenta las clases de actividad predominante y el tipo de perfiles obtenidos, se puede concluir que a cada zona le corresponde el perfil logístico siguiente:

	PERFIL DOMINANTE
Entorno Plaza Gracia	PERFIL E
Calle Recogidas	PERFIL A
Calle Pedro Antonio de Alarcón	PERFIL A
Calle Tablas + Obispo Hurtado	PERFIL A
Calle Puentezuelas	PERFIL A
Entorno Calle Elvira	PERFIL E

Tabla 28: Perfil logístico dominante por área de estudio (Elaboración propia)

5.2. Diagnóstico

- **Problemas detectados**

Los propios del desarrollo de actividades de logística urbana: congestión y contaminación; perjuicio al resto de usuarios de la vía pública en las labores de carga y descarga (ocupación de la vía pública y estacionamiento ilegal)

El caso del estacionamiento ilegal es muy llamativo, ya que el porcentaje de incumplimiento de las normas es tanto por el lado del vehículo privado como por el lado del vehículo de reparto superior al 50 % [ver epígrafe d.1.- del apartado 3.11.2]

Existe una carencia de datos e información sobre la distribución urbana de mercancías, sobre todo en lo referente al tipo de vehículos empleados para el reparto, matriz origen-destino, encuestas sobre los comercios y sus necesidades, encuestas sobre distribuidores y hábitos logísticos.

Del PMUS, podría criticarse la escasa dedicación al transporte de mercancías y a la logística en general que se le ha otorgado frente al peso que ocupa el transporte privado en automóvil. Los estudios previos de análisis apenas se limitan a la oferta y demanda de zonas de carga y descarga y sin casi tener datos sobre los esquemas de funcionamiento de la distribución urbana de mercancías propone medidas como fomentar la distribución en vehículos pequeños, que podría no ser eficiente si no va acompañada de un centro de distribución cercano.

Por el contrario, el "Plan de Transporte Metropolitano del Área de Granada: Plan de Movilidad Sostenible" es consciente de la falta de datos e impone entre sus objetivos realizar un análisis del funcionamiento de la distribución urbana de mercancías y además reservar espacios para posibles microplataformas urbanas y áreas logísticas, tal y como también hace el POTAUG, el cual insiste también en la intermodalidad de este tipo de áreas. Todo ello desde el punto de vista metropolitano, lo cual es más adecuado.

En cuanto a la normativa, en primer lugar, hay que decir que ya existe una demarcación de zonas de protección, denominadas zonas de acceso restringido, con limitación en cuanto a peso y tamaño de los vehículos de reparto. También existen restricciones del tiempo permitido para realizar las labores de carga y descarga, que es de 30 minutos; 15 minutos en el caso de las zonas de aparcamiento regulado. Además, se regulan los horarios para realizar las labores comerciales y se obliga a que todos los vehículos estén acreditados ya sea con un tipo de tarjeta u otra.

Como principal inconveniente de esta normativa se encuentra la diversidad de horarios establecidos para las distintas calles, si bien en casi todas la carga y descarga está excluida de tales horarios en la mayoría de sitios analizados.

- **Matriz DAFO**

En la siguiente matriz DAFO se muestran las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del contexto de la logística urbana en Granada.

Debilidades	**Fortalezas**
Falta de información sobre la distribución urbana de mercancías. Falta de propuestas y medidas innovadoras concretas que puedan ayudar a mejorar las condiciones de tráfico y contaminación. Muy alto índice de congestión y contaminación tanto acústica como del aire.	Experiencia normativa en medidas de restricción de acceso y, sobre todo, en lo relativo a las zonas de carga y descarga. Áreas logísticas con conexión intermodal situadas en lugares estratégicos. Buena red de infraestructuras de conexión exterior. Competencias para llevar a cabo una amplia gama de medidas. Algunas tecnologías de la información ya instaladas, como cámaras y pilonas, que ayudan a controlar las normas de acceso
Amenazas	**Oportunidades**
Posible oposición a nuevas medidas por parte de ciertos grupos afectados. Riesgo de que algunas medidas no funcionen como lo esperado.	Adhesión a alguno de los programas europeos, como CIVITAS, para el intercambio de experiencias e información. Posibilidad de establecer asociaciones público-privadas para la puesta en funcionamiento de medidas de mayor envergadura económica y técnica. Existencia de medidas de bajo coste, fáciles de implantar.

5.3. Propuestas y evaluación

Visto el análisis llevado a cabo en varias zonas del centro de Granada, donde se ha obtenido una mayoría de perfiles logísticos del tipo A y E, según la Tabla 22, se tiene que las medidas recomendables de aplicación se lleven en el **ámbito**:

- Para las zonas con Perfil A:
  - Producción y distribución: como medidas de optimización y distribución intermodal.
  - Almacenaje y actividades soporte: como centros y plataformas logísticas
- Para las zonas con Perfil E:
  - Distribución: como soluciones de "última milla" y microplataformas.

De esta manera, **se proponen las siguientes intervenciones**:

- Para todas las áreas
  - Solventar el problema de falta de información con una campaña de recogida de datos bien planteada y llevada a cabo en profundidad.
  - Reducir la tasa de desobediencia de estacionamiento en zonas de carga y descarga o en lugares prohibidos y respeto de las normas con la ayuda de las nuevas tecnologías.
- Para las zonas con Perfil A
  - Creación de un centro de consolidación urbana.
- Para las zonas con Perfil E
  - Creación de microplataformas logísticas y distribución con vehículos ecológicos desde ahí.
- Para ambos tipos de zonas:
  - Distribución intermodal utilizando el metro ligero.

Estas propuestas se considerarán dentro del Capítulo 6, donde se proponen varias medidas que mejorarían la situación.

De llevarse a cabo alguna de las medidas sugeridas, se propone evaluar antes y después los indicadores mostrados en la Tabla 29, o bien seguir al completo el método propuesto por *Patier et Al. (2010).*

	Core	Additional
Logistics data	Number of delivered or picked up parcels Number of stops Duration of stops Action zone Distance coveresd by road with thermic vehicles Distance covered with non polluting vehicles Vehicle and handling equi^pment capacity Number of vehicles crossing on the platform %using rate of the urban logistics space	Length of the rounds Delivery time, cnstrainsts of deliveries (just in time) Time for loading/unloading Number of trucks on each link Filling rate of the vehicles Speed of vehicles Timetable in the platform Timetable for each stop for delivery
Economical and Commercial Indicators	Investments costs Exploitation costs Subsidy, aides, repayable advances… Price Customers or user's satisfaction Visibility of the project	Subcontracting Safety of the freight Typology opf concerned activities Typology of involved goods Motivation of customers Evolution of the turnover Evolution of thr exploitation results
Environmental indicators	Energy consomption Pollutants emissions Rate of deliveries wikth clean vehicles	Noise
Social indicators	Working condition/ergonomic Employment/Number of deliverymen Formation/insertion	Time of employees trips Evolution of careers Working schedule Mode of transport of the deliverymen Working safety
Specificity regulation	Authorised deliveries/not allowed deliveries Road ovccupancy Time of "restricting parking	Conflicts betwwen users of the space

Tabla 29: Indicadores para evaluar el éxito de una medida de logística urbana implantada por el método propuesto por Partier et Al. ***(A methodology for the evaluation of urban logistics innovations - The Sixth International Conference on City Logistics, 2010; Patier, D. & Browneb, M.)***

CAPÍTULO 6. APORTACIONES ORIGINALES

6.1. Propuesta 1: Recopilación de información

Granada sufre de una falta importante de datos actualizados en relación a la distribución urbana de mercancías. Por ello, se propone, al menos en la zona centro de Granada, si bien sería más apropiado en toda el área metropolitana, recopilar todos los datos e información necesaria antes de llevar a cabo cualquier tipo de intervención. Para llevar a cabo este proceso se define lo siguiente:

- **Tipo de información a recabar**
  - Flujos de mercancías
  - Usos del suelo
  - Actividad de los vehículos de mercancías
  - Empresas transportistas
  - Receptores de mercancía
  - Datos de licencias de la flota de vehículos de reparto
  - Datos de tráfico
  - Distribución de las industrias
  - Coste de las operaciones de transporte
  - Datos de infraestructuras de aparcamiento y zonas de carga y descarga para vehículos de distribución de mercancías
  - Datos de accidentes por carretera donde hay vehículos de reparto involucrados
  - Datos de cantidad de mercancía robada en camiones
  - Empleo en la industria de la logística y el transporte de mercancías
  - Datos necesarios relativos al uso del suelo para el modelado de transporte de mercancías
  - Datos de tráfico mercantil por ferrocarril dentro del área urbana
  - Datos de tráfico mercantil por avión dentro del área urbana
  - Datos obtenidos sobre tráfico de mercancías por sistemas informáticos (cámaras, sensores, etc.)
  - Seguridad y mantenimiento de los vehículos

- **Información habitualmente escasa a la que hay que prestar más atención**
  - Datos sobre las actividades de vehículos ligeros
  - Datos de información de la cadena de suministro como un todo
  - Datos sobre las infraestructuras logísticas de la región
  - Datos sobre las infraestructuras de carga y descarga y dichas operaciones
  - Datos geográficos sobre los viajes de los vehículos de mercancías
  - Datos sobre viajes llevados a cabo por clientes con el propósito de realizar una compra
  - Velocidad y datos sobre la ruta de los vehículos de mercancías
  - Datos de otros modos de transporte que no sea el de carretera

- **Información que debe acompañar a los datos recogidos**
  - Nombre de tipo de recolección de datos o de la encuesta
  - Nombre de la organización que lleva a cabo la recolección de datos
  - Motivos de la recopilación de datos
  - Información acerca de si los datos recabados han sido utilizados para crear modelos
  - Frecuencia de la toma de muestras
  - Última vez que se tomó datos
  - Tipo de datos recopilados
  - Método de recopilación de datos
  - Tamaño de la muestra
  - Unidades de medida
  - Área geográfica cubierta
  - Nivel de dificultad de la obtención de la información

- **Métodos de recopilación de datos**
  - Entrevistas con gestores de empresas de transporte de mercancías
  - Entrevistas con receptores
  - Entrevistas con cargadores
  - Entrevistas de carretera a conductores
  - Grupos de debate
  - Cuestionarios enviados a gestores o conductores de empresas de transporte de mercancías

- Cuestionarios enviados a receptores
- Cuestionarios enviados a cargadores
- Viajes acompañando a repartidores
- Encuestas sobre estacionamiento y actividades de carga y descarga
- Encuestas sobre el inventario de infraestructuras dedicadas a carga y descarga
- Conteos de tráfico manuales o automáticos
- A través de nuevas tecnologías:
  - Uso de seguimiento por satélite de las actividades de vehículos de mercancías
  - Cámaras situadas en calles y carreteras
  - Tecnología *weight-in-motion* que detecta el movimiento de vehículos

o **Cálculo de indicadores**

Title and description of the urban freight indicator	Units in which the indicator is measured
Ratio: Number of Loading/unloading	Number of deliveries and pick-ups per week per employee in an activity
Loading/unloading density	Number of deliveries and pick-ups per km2 in a zone
Loading/unloading intensity per activity	Number of deliveries and pick-ups per activity in a zone
Loading/unloading time	Number of hours of on street double parking for delivery or pick-up in a zone, per vehicle, per activity
Length covered for Loading/unloading	Number of kilometres for one delivery or pick-up in a zone, per vehicle, per activity
Average length of the first trip from platform to the delivery area ("marche d'approche")	Km
Average distance travelled per collection/delivery	Kilometres per collection or delivery
Total distance travelled on roads in urban area transporting goods by HGV, rigid lorries, and LGV (<3,5T) used	Total vehicle km per week in urban areas
Average time taken per delivery	Minutes per delivery
Average speed per round (including and excluding stops to make deliveries) km/hour	Km per hour
Greenhouse gas and pollution	- g Pollutant per km - g CO2 per km per km - litre of fuel per km according to the zone, the vehicle, the activity.

Tabla 30: Indicadores habituales calculados para posterior comparación y evaluación *(Urban freight data collection - synthesis report, 2006; BESTUFS).*

Como ejemplos de **actividades de recopilación de datos** se propone lo siguiente:

- Realizar un conteo de tráfico en las calles, discretizando por tipo de vehículo, especialmente furgonetas, ya que los datos recogidos en anteriores estudios no distinguen vehículos privados de vehículos de reparto y además sería interesante conocer la variación de las intensidades de vehículos por franjas horarias.
- Realizar encuestas a los distintos comercios según tipo de actividad que desarrollen, proponiéndose como ejemplo la clasificación de establecimientos comerciales del *Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público de Vitoria*, para estimar número medio de entregas y cantidad de producto en cada entrega, al menos con posibilidad de extrapolar a un año natural para recoger las variaciones semanales y estacionales.
- Obtener estadísticas sobre el tipo de entrega en cada ocasión (p. ej. En bares: proveedor cerveza, proveedor carne, etc.) y tipos de productos diferentes que requieren condiciones especiales de productos (ej. furgones isotermo, refrigerados, etc.)
- Comprobar el nivel de utilización de las zonas de carga y descarga y el respeto a dichas zonas por parte de los usuarios no dedicados a la distribución/recogida de mercancías.
- Tiempo realizando operaciones de carga/descarga más entrega de albarán.
- Mapear densidades comerciales por tipo de comercio
- Definir perfiles logísticos

Una vez obtenida la información, ésta hay que procesarla. Un ejemplo sencillo de procesamiento de información básica recopilada es el esquema de la Figura 109.

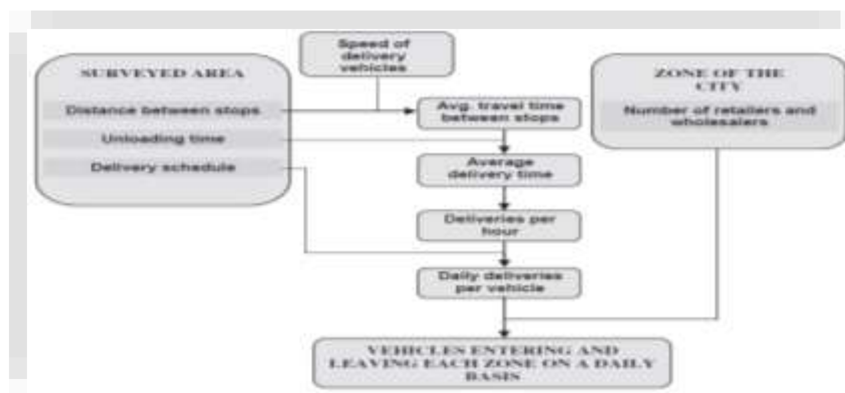


Figura 109: Estructura del procesamiento de datos ***(How efficient is city logistics? Estimating ecological footprints for urban freight deliveries. The Sixth International Conference on City Logistics, 2010; Muñuzurri, J. et al.)***

6.2. Propuesta 2: Control, planificación y regulación

- **Medidas de control**
  - Especialmente controlar los estacionamientos ilegales tanto de vehículos privados en zonas de carga y descarga como vehículos de reparto en zonas fuera de ellas. Como ayuda a dicho control pueden utilizarse las tecnologías de la información (cámaras, sensores de infrarrojos, etc.).
  - Monitorizar vehículos de mayor tamaño y controlar más zonas por cámaras dentro de las áreas restringidas.

- **Medidas de planificación y regulación**
  - Obligar por normativa a nuevos locales de un tamaño mínimo a disponer de una zona de carga y descarga y almacenaje dentro de su local. Tómese como referencia, por ejemplo, la normativa de Barcelona en este aspecto.
  - Prever la reserva de espacios dentro de la ciudad para el desarrollo de actividades logísticas de distribución capilar, ya que en Granada existen muy pocas áreas libres dentro del suelo urbano consolidado y las que existen poseen un gran valor, por lo que hay una fuerte oposición a dedicar este tipo de espacios a operaciones logísticas. Por ello, siguiendo el ejemplo de Paris, una posible solución sería dedicar parte de los aparcamientos públicos a este tipo de actividad, con tasas económicas de alquiler que favorezca su utilización.
  - Limitar el número de licencias para apertura de nuevos establecimientos si no se puede asegurar un nivel de servicio aceptable de aprovisionamiento sin importunar a los demás usuarios de la vía pública. Concretamente, se recomienda hacer un estudio de las implicaciones del funcionamiento de un nuevo negocio en una zona con alta densidad de comercios. Este estudio podría analizar si el hecho de nuevas operaciones de carga y descarga podría saturar por ejemplo una calle peatonal o si en caso de turnarse con los demás proveedores de comercios, el espacio de tiempo sería tan largo que los transeúntes acudirían menos tiempo a dichas zonas y gastarían menos. También, en cuanto a la regulación de este tipo, se recomienda favorecer la homogenización de zonas en cuanto a perfiles logísticos, es decir, agrupar en zonas comercios con necesidades similares de aprovisionamiento.
  - Creación de Zonas de Baja Emisión (*LEZ*), siguiendo la iniciativa de otras muchas ciudades, por las que se cobrarían tasas a los vehículos más contaminantes

cuando quisieran acceder a dicha zona. A la vez, ofreciendo ayudas para el cambio a vehículos más limpios, se incentivaría el proceso de reducción del parque de vehículos más contaminantes en aras de otros vehículos ecológicos. Como sugerencia, esta área podría aplicarse sólo al centro de Granada como proyecto piloto de prueba de aceptación. También se recomienda el diálogo y buenas campañas de información y concienciación antes de implantar una zona de tal tipo.

- No se recomienda instaurar horarios muy estrictos para la carga y descarga y/o condensarlos demasiado en las horas valle, ya que suele tener una muy baja aceptación por parte de los distribuidores. En todo caso, si estas llegaran, deberían ser fruto de un acuerdo a tres bandas entre la administración, los comerciantes y los repartidores.
- Crear itinerarios de reparto o especializar calles de servicio. Esto podría hacerse con la definición de supermanzanas, dentro de las cuales, se dediquen ciertas calles o tramos exclusivamente a carga y descarga para evitar, por ejemplo, no tener que ocupar una posible calle paralela peatonal. Un caso posible de implantación de este sistema podría ser la total prohibición de acceso a la calle Puentezuelas y dar servicio de aprovisionamiento a ésta exclusivamente a través de calles colindantes.

6.3. Propuesta 3: Centro de consolidación urbana

Se propone la creación de centro de consolidación urbana en las afueras, por ejemplo, en el área logística proyectada, con participación público-privada para la financiación y que ayude a los distribuidores a organizarse entre ellos para reducir el número de vehículos, aumentando los coeficientes de ocupación/carga de los mismos.

Esta es una de las medidas que más éxito puede tener, y para ello sólo hay que mirar al caso de Bristol, en el Reino Unido. Además, también podría aprovecharse sus instalaciones como áreas de negocios y de servicios de valor añadido.



Figura 110: Comparación de esquemas de distribución utilizando o no centros de consolidación urbana (Elaboración propia)

6.4. Propuesta 4: *Hubs* urbanos y distribución con vehículos limpios

Se propone aquí aprovechar posibles solares y locales vacíos dentro del casco urbano para establecer un micro centro de distribución urbano donde se pueda realizar la descarga de una sola vez para luego abastecer a los establecimientos cercanos con vehículos limpios, tales como bicicletas portacargas, como el caso de las *cargocycles* de Paris, las cuales apenas tienen impacto sobre los demás usuarios y, de esta forma, podría ampliarse o no restringirse los horarios habilitados para la carga y descarga.

Las microplataformas logísticas ahorrarían costes y tiempo desde dos puntos de vista:

- Los proveedores abastecerían a un único “gran cliente”, por lo que podrían hacer una descarga masiva de una vez, reduciéndose el número de paradas a una sola. Además, no perderían tiempo buscando estacionamiento ya que la microplataforma dispondría de espacio para albergar al vehículo.
- Se reduce el número n de entregas a los comercios de n proveedores a 1 sola, de manera similar a lo que ocurre con un centro de consolidación [ver Figura 110]

Esta medida sería de utilidad para atender las necesidades de los comercios de perfil logístico A que, en el caso de las áreas analizadas, son la gran mayoría.

6.5. Propuesta 5: Conexión tren-tranvía

A través de la nueva Área Logística de Granada, pensar en conectar el metro ligero con la línea ferroviaria en tal punto, de forma que se puedan transferir las cargas fácilmente desde el tren hasta un hipotético tranvía adaptado o desde la carretera al susodicho vehículo sobre rail, para después realizar un trayecto hasta las estaciones subterráneas de Camino de Ronda con Recogidas (o incluso a lo largo de todo el recorrido del tranvía, si no es demasiada la inversión para adaptar las paradas a un muelle de descarga compatible con el uso de viajeros) y desde tal punto, repartir la mercancía a los comercios a través de vehículos limpios.

La estación más cercana a las áreas propuestas de servicio se encuentra soterrada. Dichas áreas a servir serían Pedro Antonio de Alarcón, entorno de Plaza Gracia y Recogidas, todas de perfiles logísticos A y E, los cuales son susceptibles de adoptar medidas del ámbito de la intermodalidad, como es aquí el caso de la conexión tren-tranvía y carretera de larga distancia con tranvía; y medidas de distribución, como es el sistema de microplataformas, papel que asumiría la parada soterrada.

Actualmente las mayores inversiones recaerían sobre las nuevas infraestructuras de conexión de la red existente de metro ligero con el Área Logística de Granada y, por otro lado, la adaptación de la parada a microplataforma compatible con el transporte de pasajeros.



Figura 111: Conexión metro ligero con área logística (conexión ferrocarril y carretera de gran capacidad) y distribución al centro de Granada a través de la infraestructura existente (Elaboración propia)



Figura 112: Esquema de distribución ecológica desde la parada de metro utilizada como muelle de carga/descarga (Elaboración propia)

PARTE IV. Conclusiones

CAPÍTULO 7. RESULTADOS

Como conclusiones a este Proyecto de Investigación y la metodología seguida en la parte práctica, se puede decir que, debido a la escasez de información de partida, apenas se ha podido desarrollar un análisis en profundidad que diese resultados prometedores. Sin embargo, los resultados obtenidos se pueden interpretar como valiosas orientaciones sobre el tipo de medidas innovadoras que podrían llevarse a cabo en Granada.

Lo cierto es, que el análisis ha sido riguroso con los medios disponibles, y que los resultados obtenidos, tales como la densidad comercial o el tipo de comercios predominantes por zonas, podrían extrapolarse a otras muchas zonas del centro de Granada. Además, también se ha comprobado que la mayoría de perfiles logísticos de las áreas comerciales son de los tipos A y E, los cuales requieren medidas del tipo optimización+distribución, como el fomento de la intermodalidad, y medidas de tipo distribución, como la creación de microplataformas urbanas. Como aportación extra, también se tiene que la creación de centros y plataformas logísticas son muy adecuadas para los perfiles logísticos de tipo A, mientras que no son recomendables para los perfiles tipo E. No obstante, entre las propuestas se sugiere la creación de un Centro de Consolidación Urbana como medida de respuesta a los perfiles logísticos tipo A, ya que son predominantes en la mayoría de las zonas analizadas.

Las aportaciones que este proyecto haya podido ofrecer sirven como punto de partida para futuras investigaciones en el campo de la logística urbana para el área metropolitana de Granada, así como una llamada de atención a este tema con el que algunas ciudades europeas ya llevan años lidiando. Por eso, Granada no puede quedarse atrás y debe aprovechar las fuentes de conocimiento, ya con experiencia, que de manera voluntaria y gratuita ofrece la Comunidad Europea y poder solventar, o al menos aliviar, los graves problemas existentes en la actualidad en las áreas de movilidad y medio ambiente.

CAPÍTULO 8. CRÍTICA GLOBAL

En cuanto a la visión global del Proyecto, puede añadirse lo siguiente:

Ateniéndose al contenido, el Proyecto puede dividirse en tres grandes bloques: uno dedicado a la teoría generalista del transporte de mercancías y la logística a nivel global; otro destinado a dar un enfoque teórico sobre la logística urbana, si bien esta última no puede tratarse en la actualidad de otra manera que desde la experiencia y observación de lo ya existente; y un último bloque que pretende introducir de forma práctica lo aprendido en las dos primeras partes haciendo una aproximación de su aplicabilidad a la capital granadina.

Este Proyecto ha culminado un gran trabajo de recopilación y síntesis de una ingente cantidad de fuentes de información de diversa índole. Además, el marco de referencia teórico se ha estructurado de tal manera que el lector que no tenga conocimientos sobre el área del transporte de mercancías y logística en general, puede entender todos los conceptos siguiendo un proceso lógico y natural de profundización desde el pilar más básico del transporte de mercancías hasta adentrarse en la complejidad que atañe a la logística, como puede ser el concepto *JUST-IN-TIME* o los criterios de diseño de rutas de distribución, los cuales son conocidos por su gran complejidad matemática y por no poder resolverse de manera óptima sin más que a través de aproximaciones, en su mayoría heurísticas, de limitada aplicabilidad.

Siguiendo con el marco de referencia teórico, la segunda parte del mismo aborda de una manera mucho más práctica y visual, con numerosos ejemplos, el campo de la logística urbana que, a pesar de contenerse dentro del mundo de la logística, guarda mucha más complejidad que la aquélla. Se trata de la suma del conocimiento adquirido de la experiencia reciente, de la que se concluye que no existen métodos únicos ni infalibles que solucionen todos los problemas derivados del desarrollo de la actividad de la distribución urbana de mercancías.

Por último, la parte práctica no es ambiciosa en demostrar y ensayar con complejos modelos posibles medidas de intervención que pudieran mejorar los problemas de tráfico y calidad del aire en Granada, ya que sería como construir un castillo sin cimientos, puesto que no existe información suficiente y fiable que pudiera llevar a tal punto. Por ello, se ofrece una introducción sensata con un análisis más o

menos exhaustivo de zonas muy concretas, de las que al menos puede resolverse los tipos de necesidades y su confluencia con las características urbanas que definen en toda regla una base firme, aunque superficial, sobre el tipo de instrumentos y herramientas que podrían aplicarse en esta polis sita a los pies de la Alhambra.

PARTE V. Referencias

CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA

[En línea] / aut. Office for National Statistics. - http://www.ons.gov.uk/ons/guide-method/method-quality/specific/economy/national-accounts/gva/relationship-gva-and-gdp/gross-value-added-and-gross-domestic-product.html.

A literature review on the vehicle routing problem with multiple depots / aut. Montoya-Torres, J.R. et al.. - 2012.

A methodology for the evaluation of urban logistics innovations - The Sixth International Conference on City Logistics / aut. Patiera, D. & Browneb, M.. - 2010.

Advacing Maths for AQA: Decision 1, 2n edition / aut. Pearson, D. & Bryant, V.. - 2004.

Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad [Libro] / aut. Fundación Cetmo - Ministerio de Fomento. - 2004.

Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad / aut. Ministerio de Fomento. - 2004.

BESTUFS I - II / aut. Comisión Europea. - 2008.

Business Concepts and Models for urban logistics / aut. TURBLOG. - 2011.

Cambio automático de ancho de vía de los trenes en España / aut. Álvarez A. García. - 2010.

City Logistics Best Practices: a Handbook for Authorities / aut. SUGAR. - 2011.

City Logistics-Network modelling and Intelligent Transport Systems. Pargamon / aut. Taniguchi, Thompson, Yamada & Van Duin. - 2001.

CIVITAS / aut. Comisión Europea. - 2002-2020.

CIVITAS Study Tour in Vitoria-Gasteiz, Spain / aut. CIVITAS. - 2014.

Concepts and Models for urban logistics / aut. TURBLOG. - 2011.

COST321. Urban Goods Transport: Final Report of the Action / aut. Comisión Europea. - 1998.

Decreto de la Delegación de Protección Ciudaddana y Movilidad / aut. Diputación Provincial de Granada. - Granada : BOP núm. 77, 24 de abril de 2015.

Defining Supply Chain Managemet / aut. Mentzer et al. - 2001.

Delivering the goods. 21 st Century Challenges to Urban Goods Transport / aut. OCDE. - 2003.

DG-MOVE / aut. Comisión Europea. - 2006.

Directiva Europea 1996/53/CE y modificación 2007/7/CE / aut. Comisión Europea. - 1996, 2007.

Economic Analysis of Highg Speed Rail in Europe / aut. Rus Mendoza, G.. - 2012.

El Operador Logístico del Transporte / aut. Millán Jaldón, J.A.. - 1997.

El transporte combinado por carretera / aut. Costilla I. González.

El transporte urbano y metropolitano en España / aut. Ministerio de Fomento. - 2013.

Essentials of Metaheuristics / aut. Luke S.. - 2009.

Estrategia Logística de España / aut. Ministerio de Fomento. - 2013.

Estrategia Logística de España / aut. Ministerio de Fomento. - 2013.

Eu Transport in Figures / aut. Comisión Europea. - 2014.

EU transport in figures [Informe] : Statistical Pocketbook / European Commission. - 2013.

EU Transport in figures / aut. Comisión Europea. - 2014.

EU Transport In Figures / aut. Comisión Europea. - 2013.

Fragmentation of ecosystems and habitats by transport infraestructure / aut. EEA. - 2002.

Freight Transport Modellin / aut. akiva Moshe Ben, Meersman Hilde y Voorde Eddy van de. - 2013.

Gestión del Transporte: Introducción a la Gestión de la Cadena de Transporte / aut. Mira, J.. - 2001.

Handbook of External Costs of Transport [Libro] / aut. Ricardo-EAE. - 2008.

How efficient is city logistics? Estimating ecological footprints for urban freight deliveries. The Sixth Internacional Conference on City Logistics / aut. Muñuzurria, J. et al. - 2010.

http://ccqc.pangea.org [En línea].

http://ec.europa.eu.

http://eur-lex.europa.eu [En línea].

http://letraindepierre.over-blog.com [En línea].

http://mercagranada.es [En línea].

http://observatoriotransporte.fomento.es [En línea] / aut. OTLE.

http://satco-in.com [En línea].

http://smatcitystudio.com/innercity-cargoboats/bierboot/ [En línea].

http://trioperadores.com [En línea].

http://triplenlace.com/2012/09/27/eutrofizacion-causas-y-efectos/ [En línea].

http://www.ahoragranada.com [En línea].

http://www.anibalblanco.com [En línea].

http://www.big-bremen.de/en [En línea].

http://www.eltis.org [En línea].

http://www.eumed.net [En línea].

http://www.eumed.net/diccionario/definicion.php?dic=1&def=96 [En línea] / aut. eumed.net.

http://www.eurotrib.com [En línea].

http://www.exship.com [En línea].

http://www.granada.es [En línea].

http://www.granada.org/inet/wordenanz.nsf/resumen/local [En línea] / aut. Ayuntamiento de Granada.

http://www.juntadeandalucia.es/fomentoyvivienda [En línea].

http://www.legiscomex.com [En línea].

http://www.logicyl.com [En línea].

http://www.logisnet.com [En línea] / aut. Marge Books.

http://www.movilidadgranada.com [En línea] / aut. Centro de Gestión Integral de Movilidad.

http://www.ons.gov.uk [En línea] / aut. Office for National Statistics.

http://www.portofrotterdam.com [En línea].

http://www.redlogisticadeandalucia.es [En línea].

http://www.shippingcontainers24.com [En línea].

http://www.sustainablecitiesnet.com [En línea].

http://www.transportresearch.info [En línea].

http://www.transport-research.info [En línea] / aut. Transport Reasearch & Innovation Portal.

http://www.via-donau.org [En línea].

http://www.vlahovicgroup.com [En línea].

http://www.zukunft-mobilitaet.net [En línea].

http://wwwlearneurope.eu [En línea].

http://xpearths.com [En línea] / aut. Cámara de Comercio Internacional ICC.

https://www.flickr.com [En línea] / aut. Simpson Andrew.

Introdução ao problema do Caixeiro Viajante / aut. Carvalho R.. - 2001.

Introduction to Managemet Science (10th Edition) / aut. Taylor B. W.. - 2009.

Justo a tiempo (JIT) [Libro] / aut. Belando, E. - AUTO AMKEY. - 2002.

La logística urbana de mercancías en España / aut. Larrañeta J. [y otros]. - 2001.

Las Autopistas ferroviarias ¿Una apuesta de futuro en líneas mixtas de alta velocidad? / aut. L. Jaro Arias C.A. Folgeuira Chavarria. - [s.l.] : 360 revista de Alta Velocidad, nº2, mayo de 2012.

Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía - LOUA / aut. Junta de Andalucía. - 2013.

Libro Blanco / aut. Comisión Europea. - 2011.

Libro Verde / aut. Comisión Europea. - 2009.

Logística del transporte [Libro] / aut. Robusté Francesc. - 2005.

Logística del Transporte / aut. Robusté F.. - 2005.

Logística Integral / aut. Bureau Veritas Formación. - 2009.

Logística inversa / aut. Pérez, A.; Rodríguez, M.A.; Sabrià. - 2003.

Logística Urbana. Ciudad y Mercancías / aut. Institut Cerdà. - 2010.

Logística y plataformas logísticas / aut. SPIM.

Observatorio de Ferrocarril en España / aut. Ministerio de Fomento. - 2011.

Optimización de rutas de vehículos de recogida de basuras mediante recocido simulado / aut. al Tobusté et. - 1990.

Ordenanza reguladora de las zonas de acceso restringido y carriles de circulación especialmente protegidos de la ciudad de Granada / aut. Diputación Provincial de Granada. - Granada : BOP núm. 48, 13 de marzo de 2014.

PISTA / aut. Consejería de Obras Públicas y Transportes, J.A..

Plan de Movilidad Urbana Sostenible - PMUS / aut. Ayuntamiento de Granada. - 2013.

Plan de Movilidad y Espacio Público de Vitoria-Gasteiz / aut. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. - 2008.

Plan de Ordenación del Territorio Aglomeración Urbana de Granada - POTAUG / aut. Junta de Andalucía. - 2005.

Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía - POTA / aut. Junta de Andalucía. - 2006.

Plan General de Ordenación Urbana - PGOU / aut. Ayuntamiento de Granada. - 2009.

Planificación y Explotación del Transporte y Tráfico / aut. Granada Universidad de. - 2012.

POTAUG: Plano Estructura de Articulación Territorial / aut. Junta de Andalucía.

Quantification of Urban Freight Transport Effects I / aut. BESTUFS II. - 2006.

Sobre la movilidad en la ciudad / aut. Herce, M.. - 2009.

The Contribution of Transport to Air Quality / aut. EEA. - 2010.

Transport and the environment [Informe] / aut. Comisión Europea. - 2009.

Transporte de Mercadorias e Logística / aut. Universidade de Lisboa. - 2013.

Transporte urbano de mercadorias: linhas de actuação para uma gestão integrada / aut. Caiado G.. - 2004.

Transporte y Logística Internacional / aut. Dorta-González, P.. - 2014.

Transportes / aut. Granada Universidad de. - 2002.

Transportes: Un Enfoque Integral [Libro] / aut. Izquierdo R. et al.. - 2001.

Urban freight data collection - synthesis report / aut. BESTUFS. - 2006.

Urban Freight Transport and Logistics: An overview of the European research and policy / aut. Comisión Europea. - 2006.

Urban logistics practices - Case Study of the City of Utrech / aut. TURBLOG. - 2011.

Urban logistics practices - Paris Case Study / aut. TURBLOG. - 2011.

Vol. 22, nº2 / aut. Logistics Journal of Business. - 2001.

CAPÍTULO 10. WEBGRAFÍA

(Fechas de consulta: 2º semestre 2014 y 1er semestre 2015)

http://ccqc.pangea.org

http://ec.europa.eu.

http://eur-lex.europa.eu

http://letraindepierre.over-blog.com

http://mercagranada.es

http://observatoriotransporte.fomento.es / OTLE.

http://satco-in.com

http://smatcitystudio.com/innercity-cargoboats/bierboot/

http://trioperadores.com

http://triplenlace.com/2012/09/27/eutrofizacion-causas-y-efectos/

http://www.ahoragranada.com

http://www.anibalblanco.com

http://www.big-bremen.de/en

http://www.eltis.org

http://www.eumed.net

http://www.eurotrib.com

http://www.exship.com

http://www.granada.es

http://www.granada.org/inet/wordenanz.nsf/resumen/local /Ayuntamiento de Granada.

http://www.juntadeandalucia.es/fomentoyvivienda

http://www.legiscomex.com

http://www.logicyl.com

http://www.logisnet.com / Marge Books.

http://www.movilidadgranada.com / Centro de Gestión Integral de Movilidad.

http://www.ons.gov.uk / Office for National Statistics.

http://www.portofrotterdam.com

http://www.redlogisticadeandalucia.es

http://www.shippingcontainers24.com

http://www.sustainablecitiesnet.com

http://www.transportresearch.info

http://www.transport-research.info / Transport Reasearch & Innovation Portal.

http://www.via-donau.org

http://www.vlahovicgroup.com

http://www.zukunft-mobilitaet.net

http://wwwlearneurope.eu

http://xpearths.com / Cámara de Comercio Internacional ICC.

https://www.flickr.com / Simpson Andrew.

http://www.eumed.net/diccionario/definicion.php?dic=1&def=96. / eumed.net -

PARTE VI. Anexos

ANEXO 1. REGULACIÓN DEL TRANSPORTE

1.1. Organismos implicados (viajeros y mercancías)

- **Organizaciones internacionales**
  - United Nations Economic Commission for Europe
  - Banco mundial
  - International Transport Forum
  - Comisión Europea. Movilidad y transporte
  - Parlamento Europeo. Comisión de Transportes y Turismo
  - Consejo de la unión Europea de Transporte, Telecomunicaciones y Energía (TTE)
  - Comité Económico y Social Europeo. Sección Especializada de Transportes, Energía, Infraestructuras y Sociedad de la Información
  - Comité de las Regiones. Comisión de Política de Cohesión Territorial
  - Banco Europeo de Inversiones. Redes Transeuropeas
  - Agencia Europea de Seguridad Marítima
  - Agencia Europea de Seguridad Aérea
  - Agencia Ferroviaria Europea
  - Agencia Ejecutiva de Competitividad e Innovación
  - Agencia Europea de GNSS
  - Agencia Ejecutiva de Innovación y Redes
  - Organización Marítima Internacional
  - Organización de Aviación Civil Internacional
- **Administración General del Estado**
  - Ministerio de Fomento
  - Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transportes y Vivienda
  - Secretaría General de Transportes
  - Dirección General de Ferrocarriles
  - Consejo Nacional de Transportes Terrestres
  - Consejo de Obras Públicas
  - Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
  - Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
  - Comisión Nacional de Salvamento Marítimo
  - Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios
  - Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
  - Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos
  - Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas
  - Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Perecederas
- **Administraciones autonómicas**
  - Andalucía. Consejería de Fomento y Viviendas
  - Aragón. Departamento de Obras Públicas, Urbanismo, Vivienda y Transportes. Dirección General de Transportes y Planificación de Infraestructuras
  - Canarias. Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial. Dirección General de Transportes

- Cantabria. Consejería de Innovación, Industria, Turismo y Comercio. Dirección General de Transportes y Comunicaciones
- Castilla y León. Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Dirección General de Transportes
- Castilla-La Mancha. Consejería de Fomento
- Cataluña. Departamento de Territorio y Sostenibilidad. Dirección General de Transportes y Movilidad
- Comunidad Foral de Navarra. Departamento de Fomento. Transportes
- Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes, Infraestructura y Vivienda
- Comunidad Valenciana. Consejería de Infraestructura, Territorio y Medio Ambiente
- Extremadura. Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo. Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo
- Galicia. Consejería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras
- Islas Baleares. Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Territorio. Dirección General de Transportes
- La Rioja. Consejería de Obras Públicas, Política Local y Territorial. Dirección General de Obras Públicas y Transportes
- País Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial. Transportes
- Principado de Asturias. Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente
- Región de Murcia. Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio

- **Consorcios de transporte**
  - Ayuntamiento de Vigo
  - Ayuntamiento de A Coruña
  - Consorcio de Transportes de Asturias
  - Ayuntamiento de León
  - Consorcio de Transportes de Bizkaia
  - Autoridad Territorial del Transporte de Guipúzcoa
  - Mancomunidad de la Comarca de Pamplona
  - Consorcio de Transportes del Área de Zaragoza
  - Consorcio del Transporte Público del Área de Lleida. Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) en Lleida
  - Consorcio del Transporte Público del Área de Girona Autoritat. Territorial de la Mobilitat (ATM) en Girona
  - Autoritat del Transport Metropolità (ATM) de Barcelona
  - Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona. Consorcio de Transporte Público del Camp de Tarragona
  - Consorcio de Transportes de Mallorca
  - Entitat del Transport Metropolitá Valencia. Agencia Valenciana de Mobilitat
  - Entidad Pública del Transporte de la Región de Murcia
  - Consorcio de Transporte Metropolitano del Área de Almería
  - Consorcio de Transporte Metropolitano. Área de Granada
  - Consorcio de Transporte Metropolitano. Área de Málaga
  - Consorcio de Transporte Metropolitano del Campo de Gibraltar
  - Consorcio de Transportes de la Bahía de Cádiz
  - Consorcio de Transportes del Área de Sevilla
  - Consorcio Regional de Transportes de Madrid
  - Autoridad Única del Transporte de Gran Canaria

- Transporte metropolitano de Galicia (en Pontevedra, Ourense, Santiago, Lugo, Ferrol, Gijón)
- Dirección General de Transportes de la Generalitat Valenciana DGT de la Generalitat Valenciana (Alicante)

- **Asociaciones empresariales: Transporte por carretera**

- Transporte público regular de uso general interurbano de viajeros en autobús:
  * Federación Española Empresarial de Transporte de Viajeros (ASINTRA)
  * Federación Nacional Empresarial de Transporte en Autobús (FENEBUS)
- Transporte público discrecional y regular de uso especial interurbano de viajeros en autobús:
  * Asociación Nacional de Empresarios de Transporte en Autocares (ANETRA)
  * Federación Española Empresarial de Transporte de Viajeros (ASINTRA)
  * Federación Nacional Empresarial de Transporte en Autobús (FENEBUS)
- Transporte público urbano de viajeros en autobús:
  * Asociación de Empresas Gestoras de los Transportes Urbanos Colectivos (ATUC)
  * Asociación Española de Transportes Urbanos (BUSINTRA)
  * Asociación Nacional de Transportes Urbanos Colectivos de Superficie (TU)
- Transporte público de viajeros en vehículos de turismo:
  * Confederación Española del Taxi (CTE)
  * Unión Nacional del Taxi (UNALT)
  * UNIATRAMC
- Transporte público sanitario:
  * Asociación Nacional de Grandes Empresas de Transporte Sanitario (AGETRANS)
  * Federación Nacional de Empresas de Ambulancias (ANEA)
- Agencias de viaje:
  * Asociaciones de Agencias de Viajes de Baleares, Benidorm, Cádiz, Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas, Costa del Sol y Valencia (FEAAV)
  * Federación Empresarial de Asociaciones Territoriales de Agencias de Viajes Españolas (FETAVE) (antes Asociación Empresarial de Agencias de Viaje Españolas (AEDAVE))
- Arrendadores de vehículos:
  * Federación Nacional Empresarial de Alquiler de Vehículos con y sin Conductor (FENEVAL)
  * Federación Nacional de Asociaciones de Empresas de Alquiler de Vehículos Con y Sin Conductor en Zonas Turísticas (ZONTURENT)
- Estaciones de transporte de viajeros:
  * Asociación Española de Empresas Explotadoras de estaciones de Autobuses (ESTABUS)
  * Asociación Nacional de Empresas Concesionarias de la Explotación de Estaciones Terminales de Autobuses (ANECETA)
- Transporte público de mercancías en vehículos ligeros:
  * Confederación Española de Transporte de Mercancías (CETM)
  * Federación Nacional de Asociaciones de Transporte de España (FENADISMER)
  * Federación Nacional de Empresas de Auxilio en Carretera (FENEAC)
  * Federación Española de Transporte Discrecional de Mercancías (FETRANSA)
  * Federación Valenciana de Empresarios del Transporte y la Logística (FVET)
- Transporte público interior de mercancías en vehículos pesados:
  * Asociación del Transporte Internacional por carretera (ASTIC)

  * Confederación Española de Transporte de Mercancías (CETM)
  * Federación Nacional de Asociaciones de Transporte de España (FENADISMER)
  * Federación Española de Transporte Discrecional de Mercancías (FETRANSA)
  * Federación Valenciana de Empresarios del Transporte y la Logística (FVET)
- Transporte público internacional de mercancías:
  * Asociación del Transporte Internacional por carretera (ASTIC)
  * Asociación Española de Empresarios de Transportes Bajo Temperatura Dirigida (ATFRIE)
  * Confederación Española de Transporte de Mercancías (CETM)
  * Federación Nacional de Asociaciones de Transporte de España (FENADISMER-ANTID)
  * Federación Española de Transporte Discrecional de Mercancías (FETRANSA)
  * Federación Valenciana de Empresarios del Transporte y la Logística (FVET)
- Agencia de transporte de mercancías de carga completa:
  * Federación Nacional de Agencias de Transporte (ANATRANS)
  * Federación Española de Auxiliares del Transporte (FEDAT)
  * Federación Nacional de Asociaciones de Transporte de España (FENADISMER)
- Agencias de transporte de mercancías de carga fraccionada:
  * Asociación Empresarial Española de Carga Fraccionada (AECAF)
  * Asociación Española de Mantenimiento (AEM)
  * Federación Española de Auxiliares del Transporte (FEDAT)
- Transitarios:
  * Asociación del Transporte Internacional por carretera (ASTIC)
  * Federación Española de Transitarios (FETEIA)
- Almacenistas-distribuidores:
  * Confederación Española de Transporte de Mercancías (CETM)
  * LOGICA Organización Empresarial de Operadores Logísticos
- Estaciones de transporte de mercancías:
  * Asociación de Centros de Transporte de España (ACTE)
  * Federación Nacional de Asociaciones de Transporte de España (FENADISMER)

o **Asociaciones empresariales: Transporte aéreo**

- Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA)
- Asociación Aérea de Compañías Aéreas (AECA)
- Asociación de Líneas Aéreas (ALA)
- Asociación de Compañías Españolas de Transporte Aéreo (ACETA)
- Asociación de Operadores de Compañías Aéreas (AOC)
- Asociación de Compañías Aéreas en España (ACA)

o **Asociaciones empresariales: Transporte marítimo**

- Asociación de Navieros de España (ANAVE)
- Asociación Nacional de Empresas Estibadoras y Consignatarias de Buques (ANESCO)
- Asociación Nacional de Empresas Náuticas (ANEN)
- Asociación Nacional de Remolcadores de España (ANARE)
- Clúster Marítimo Español
- Asociación Española de Promoción del Transporte Marítimo de Corta Distancia
- Unión Española de Constructores Navales (UNINAVE)

o **Asociaciones empresariales: Transporte por ferrocarril**

- Certificación y formación en el sector Ferroviario (CETREN) (antes ADAF (Asociación de Acción Ferroviaria))
- Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE)
- Asociación de Empresas Ferroviarias Privadas

- **Asociaciones empresariales: Transporte intermodal**
  - Confederación Española del Transporte de Mercancías (CETM)
  - Organización de Transitarios (FETEIA)
  - Asociación Transitarios (ATEIA)
  - Asociación Española de Cargadores y Usuarios de Transporte de Mercancías (AEUTRANSMER)
  - Clúster de Movilidad y Logística de Euskadi (MLC ITS Euskadi)

- **Asociaciones profesionales**
  - Asociación Gremial de Autotaxi de Madrid (AGATM)
  - Federación profesional del Taxi de Madrid
  - Asociación de Transportistas Autónomos (ATA)
  - Asociación de Transportistas Madrileños (ATM)
  - Agrupación de Transportistas Profesionales
  - Asociación de Transportistas de MECO (ATRAME)
  - Asociación de Trabajadores Autónomos del Transporte (ATAT)
  - Asociación Madrileña del Taxi (AMT)
  - Asociación de empresas para la innovación de la formación en el transporte (VIALCAP)
  - Asociación de Transportistas de residuos de Madrid
  - Asociación de empresarios de innovación tecnológica en el sector de viajeros y transporte
  - Asociación española de industria de aviación corporativa
  - Asociación de autónomos del sector transporte y de actividades anexas al transporte (ASAT)

1.2. Normativa vigente europea

Los 2 principales temas relacionados son los que tienen que ver con la libre circulación de mercancías y la política de transportes, si bien existen otras regulaciones que afectan indirectamente al sector, incluidas en otras temáticas, como por ejemplo la política de libre prestación de servicios en relación al transporte. Se muestra a continuación las partes sobre las que se ha legislado en dichos temas principales sin entrar a citar las leyes, decretos, resoluciones, etc. de cada una de ellas, dada la gran cantidad de éstos. Toda la legislación se encuentra disponible a modo informativo en el sitio web oficial *EUR-lex: http://eur-lex.europa.eu.*

- **Unión aduanera y libre circulación de mercancías**
  - Generalidades
  - Estadística

- Normativa aduanera general
  * Territorio aduanero común
  * Procedimientos de presentación y despacho en aduana
  * Definición de declarante en aduana
  * Nacimiento, exigibilidad y extinción de la deuda aduanera
  * Aplazamiento del pago de derechos
  * Devolución o condonación de derechos
  * Recaudación a posteriori de derechos
  * Información vinculante para la administración
- Instrumentos arancelarios básicos
  * Aranceles aduaneros
    • Arancel aduanero común
    • Arancel unificado CECA
    • Arancel integrado de la Unión Europea (TARIC)
  * Valor en aduana
  * Origen de las mercancías
    • Definición común utilizada en el tráfico no preferencial
    • Normas de origen definidas en el marco de acuerdos preferenciales
    • Países de la AELC
    • Países mediterráneos
    • Países ACP y PTU
    • Países acogidos al sistema de preferencias generalizadas
- Aplicación del Arancel Aduanero Común
  * Clasificación arancelaria
  * Destinos especiales
  * Medidas arancelarias derogatorias
    • Suspensiones arancelarias
    • Contingentes arancelarios
    • Límites máximos arancelarios
    • Restablecimiento de derechos de aduana
  * Derecho de aduana único
  * Franquicias aduaneras
    • Mercancías de retorno
    • Procedimientos de avituallamiento
    • Otras franquicias aduaneras
- Normativas aduaneras específicas
  * Circulación de mercancías
    • Libre circulación de mercancías
    • Tránsito comunitario
    • Otros regímenes de libre circulación de mercancías
    • Turquía
    • Comercio extracomunitario: acuerdos AELC
    • Procedimientos de exportación
    • Eliminación de obstáculos al comercio
  * Regímenes aduaneros económicos
    • Perfeccionamiento activo
    • Perfeccionamiento pasivo y armonización de los intercambios tipo
    • Zonas francas, depósitos aduaneros, manipulaciones
    • Otros regímenes aduaneros económicos
- Asistencia mutua

    * Para la aplicación de las normativas aduaneras o agrícolas
    * Para el cobro de créditos en el ámbito aduanero o agrícola
  - Procedimientos y sanciones
    * Resolución de litigios
    * Prevención de las infracciones al derecho comunitario
  - Cooperación aduanera internacional

- **Política de transportes**
  - Generalidades
  - Estadística
  - Infraestructuras de transportes
    * Coordinación e inversiones
    * Asistencia financiera
    * Tarifas para el usuario
  - Transporte terrestre
    * Normas de competencia
    * Intervenciones estatales
    * Funcionamiento del mercado
      - Seguimiento del mercado
      - Acceso al mercado
      - Precios y condiciones de transporte
    * Homologación de estructuras
      - Condiciones técnicas y de seguridad
      - Condiciones sociales
      - Fiscalidad
    * Transportes combinados
    * Disposiciones CECA
  - Transporte marítimo
    * Normas de competencia
    * Funcionamiento del mercado
      - Seguimiento del mercado
      - Código de conducta para las conferencias marítimas
      - Acceso al mercado
    * Seguridad marítima
    * Homologación de estructuras
      - Condiciones técnicas
      - Condiciones sociales
      - Fiscalidad
      - Pabellón, matriculación de buques
    * Relaciones internacionales
      - Procedimiento de consulta
      - Convenios con terceros países
  - Transporte aéreo
    * Normas de competencia
    * Funcionamiento del mercado
      - Acceso al mercado
      - Repartición del tráfico
      - Precios y condiciones
    * Seguridad aérea
    * Homologación de estructuras

* Relaciones internacionales
    - Procedimiento de consulta
    - Convenios con terceros países

1.3. Normativa vigente estatal

De nuevo se hace referencia a los aspectos relacionados con el transporte, tanto de viajeros como de mercancías, sobre los que se ha elaborado algún tipo de normativa. Toda la legislación vigente se puede consultar de manera informativa en el sitio web oficial del Observatorio del Transporte y la Logística en España (*OTLE*), adscrito al Ministerio de Fomento*: http://observatoriotransporte.fomento.es.*

- **Transporte terrestre**

Como leyes de afección general más trascendentales destacan las 3 siguientes:

* Ley 16/87 de 30 de julio, de Ordenación de los Transportes Terrestres. (BOE 31). (Modificada por: Ley 13/96, de 30 de diciembre; Ley 66/97, de 30 de diciembre; Real Decreto-Ley 6/1998, de 5 de junio; Real Decreto Ley 4/2000, de 23 de junio; Ley 14/00, de 29 de diciembre; Ley 24/2001, de 27 de diciembre; Ley 29/2003, de 8 de octubre, Ley 25/2009, de 22 de diciembre, Ley 2/2011, de 4 de marzo y ley 9/2013, de 4 de julio). (En relación con el contenido del título VI debe tenerse en cuenta la normativa de ferrocarriles).
* Ley Orgánica 5/87, de 30 de julio, de delegación de facultades del Estado en las Comunidades Autónomas en relación con los transportes por carretera y por cable. (BOE 31). (Modificada por la Ley Orgánica 5/2013, de 4 de julio).
* Real Decreto 1211/90, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres. (BOE 8-10). (Modificado por Real Decreto 858/1994, de 29 de abril, por Real Decreto 1136/97, de 11 de julio, por Real Decreto 927/98, de 14 de mayo, por Real Decreto 1830/99, de 3 de diciembre, por Real Decreto 1225/2006, de 27 de octubre, por el artículo 21 de la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, y por el Real Decreto 919/2010, de 16 de julio y Ley 9/2013, de 4 de julio. Parcialmente derogado por Ley 13/96, de 30 de diciembre. Los títulos VII y VIII han sido afectados sustancialmente por la Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario y sus normas de desarrollo).

Además, existe normativa específica para cada uno de los siguientes temas:

- Transporte de mercancías
- Transporte de Mercancías peligrosas y perecederas
- Transporte de Viajeros
- Transporte escolar
- Operadores de transporte
- Capacitación profesional
- Contratación de transporte de mercancías
- Arrendamiento de vehículos
- Otros

- **Normativa técnica en relación al transporte ferroviario**

  Legislación sobre:

  - Normativa general de contratos
  - Expropiación
  - Impacto ambiental
  - Seguridad y salud
  - Control de calidad
  - Transportes
  - Ferrocarriles
  - Proyectos
  - Materiales
  - Plataforma ferroviaria
  - Superestructura ferroviaria
  - Estructuras
  - Edificación y accesibilidad
  - Energía y electrificación
  - Instalaciones de seguridad y comunicaciones
  - Mercancías Peligrosas
  - Varios

En relación al transporte aéreo y marítimo, es de remarcar la importancia de la normativa internacional (no sólo a nivel europeo, sino de escala mundial) derivados de los convenios a los que España está sujeta. A continuación, se muestran los asuntos sobre los que se han legislado en referencia a estos dos medios:

- **Transporte aéreo**
  - Normativa básica del sector aéreo
    - Disposiciones básicas y organización
    - Disposiciones sobre transporte aéreo
    - Disposiciones sobre aeropuertos
    - Disposiciones sobre navegación aérea
    - Disposiciones sobre investigación de accidentes
    - Disposiciones sobre notificación de sucesos
    - Disposiciones sobre comercio de emisiones de la aviación
    - Disposiciones sobre Security
    - Disposiciones sobre personal aeronáutico, escuelas y medicina aeronáutica
  - Normativa de Seguridad Operacional
    - Otorgamiento de Licencias
    - Aeronavegabilidad Inicial
    - Operaciones de Aviones que realizan transporte Aéreo Comercial
    - Helicópteros que realizan operaciones de transporte Aéreo Comercial
    - Certificación de Centros de Formación
    - Trabajos Aéreos
    - Demostraciones Aéreas
  - Circulares aeronáuticas
    - Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea
    - Otras circulares aeronáuticas

- Normativa internacional
- Información estadística de tráfico aéreo
  * Recogida de datos estadísticos
  * Obligatoriedad del envío de la información estadística
  * Publicación de información estadística relativa a las compañías aéreas

o **Transporte marítimo**
- Normativa sobre Seguridad Marítima y Contaminación
  * Legislación internacional
  * Legislación nacional
- Normativa aplicable en materia de Registro de Buques
- Normativa básica sobre Títulos Profesionales
- Normativa básica sobre Títulos de Recreo
- Convenio sobre el Trabajo Marítimo 2006: Normativa:
  * Edad mínima (Regla 1.1)
  * Certificado Médico (Regla 1.2)
  * Cualidades de la gente de mar (Regla 1.3)
  * Acuerdos de empleo de la gente de mar (Regla 2.1)
  * Utilización de todo servicio privado de contratación y colocación autorizado, certificado o reglamentado (Regla 1.4)
  * Horas de trabajo y descanso (Regla 2.3)
  * Real Decreto Legislativo 1/1995 por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley Estatuto de los Trabajadores: Artículo 34.
  * Niveles de Dotación del buque (Regla 2.7)
  * Orden de 14 de julio de 1964, por la que se fija el Cuadro indicador de Tripulaciones Mínimas para buques Mercantes y de pesca, modificada por Orden de 5 de septiembre de 1964 y Orden de 15 de septiembre de 1975.
  * Alojamiento (Regla 3.1)
  * Servicios de esparcimiento a bordo (Regla 3.1)
  * Alimentación y servicio de fonda (Regla 3.2)
  * Salud y seguridad y prevención de accidentes (Regla 4.3)
  * Atención médica a bordo (Regla 4.1)
  * Procedimiento de tramitación de quejas a bordo (Regla 5.1.5)
  * Pago de los salarios (Regla 2.2)

1.4. Normativa vigente andaluza

Las leyes elaboradas por la Junta de Andalucía están orientadas, en su mayoría, a la organización del transporte, siendo las más destacadas las siguientes:

o LEY 5/2001 de 4 de junio por la que se regulan las áreas de transporte de mercancías en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
o LEY 2/2003, de 12 de mayo, de Ordenación de los Transportes Urbanos y metropolitanos de Viajeros en Andalucía.
o LEY 21/2007, de 18 de diciembre, de Régimen Jurídico y Económico de los Puertos de Andalucía.
o LEY 9/2006, de 26 de diciembre, de Servicios Ferroviarios de Andalucía.

- LEY 3/1985, de 22 de mayo, de Coordinación de Concesiones de Servicios Regulares de Transporte de Viajeros por Carretera en Andalucía.

No obstante, también se recogen varias normas de aplicación relacionadas con el sector transportes, tales como certificados de aptitud profesional acreditativos de la cualificación, revisiones de planes de infraestructuras, etc. Toda la legislación relacionada puede encontrarse a través del buscador del sitio web oficial de la Junta de Andalucía: *http://www.juntadeandalucia.es/servicios/normativa.*

Se cita como aspecto a destacar la creación del Observatorio Andaluz de la Movilidad Sostenible y la Logística, el cual se trata de un órgano colegiado consultivo, adscrito a la Consejería de Fomento y Vivienda, cuya misión es la de facilitar la participación social y generar conocimiento y soporte técnico para las políticas en la materia.

1.5. Normativa vigente para la ciudad de Granada

- **Movilidad, Tráfico y Transportes**

A fecha de 2015, la normativa vigente a nivel local sobre el área en cuestión es la siguiente, estando actualizada en la sección correspondiente de la página web del Ayuntamiento de Granada: *http://www.granada.org/inet/wordenanz.nsf/resumen/local*

- Circular
  - CIRCULAR Nº2/2001.Asunto: Circular sobre cumplimiento de plazos en las solicitudes de pruebas deportivas.
- Convenio
  - Protocolo de colaboración entre el Ayuntamiento de Granada, Confederación granadina de empresarios, Federación granadina de comercio, Asociación granadina de agencias de transportes y Asociación de fabricantes y embotelladores de bebidas, para la puesta en marcha de medidas sobre la carga y descarga de Mercancías en la ciudad de Granada.
- Decretos
  - Decreto De La Delegación De Protección Ciudadana Y Movilidad De 26 De febrero De 2015, Por El Que Se Dispone La Supresión De Dos Calles En La Zona Ora.
  - Decreto Ampliación De La Ordenanza De Zonas De Control De Acceso Restringido.
- Estatutos
  - Resolución De 8 De marzo De 2007, De La Dirección General De Administración Local, Por La Que Se Acuerda La Publicación De Los Estatutos Del Consorcio Instituto Metropolitano Del Taxi De Granada (Expte.Núm. 001/2007/Con).
- Ordenanzas

* Ordenanza Municipal Reguladora Del Paso De Vehículos A Inmuebles
* Ordenanza Municipal Reguladora De Los Derechos Y Obligaciones De Las Personas Usuarias Del Transporte Público Urbano De Granada
* Ordenanza Reguladora De Las Zonas De Acceso Restringido Y Carriles De Circulación Especialmente Protegidos De La Ciudad De Granada
* Ordenanza Municipal De Circulación De Peatones Y Ciclistas
* Ordenanza Reguladora De Vías De Estacionamiento Limitado
* Ordenanza Municipal Reguladora Del Transporte Publico De Escolares En La Ciudad De Granada
* Ordenanza Reguladora De La Placa Identificativa De Ciclomotores Y Vehículos Asimilados
* Ordenanza General De Circulación Y Ocupación De Espacios Públicos De La Ciudad De Granada
* Ordenanza Reguladora Del Aparcamiento Público Del Centro De Actividades Comunitarias Del Albaicín
* Ordenanza Reguladora De Carga Y Descarga
* Ordenanza Municipal Reguladora Del Servicio Urbano De Transportes En Automóviles Ligeros En El Municipio De Granada (Auto-Taxis)
* Ordenanza Reguladora De La Señalización Y Balizamiento De Las Obras Que Se Realizan En La Vía Pública

- Plan
  * Plan De Movilidad Urbana Sostenible De Granada
- Reglamento
  * Reglamento Regulador Del Consejo Municipal De Seguridad Vial
  * Reglamento Del Consejo Municipal De Movilidad
  * Reglamento Regulador Del Sistema Municipal De Préstamo Bicicletas
- Resolución
  * Resolución De 18 De mayo De 2012, De La Dirección General De Transportes, Por La Que Se Ratifican Las Nuevas Tarifas De Aplicación De La Estación De Autobuses De Granada.
  * Resolución De 7 De noviembre De 2011, De La Dirección General De Relaciones Financieras Con Las Corporaciones Locales, Por La Que Se Autorizan Tarifas De Autotaxis En Granada.

ANEXO 2. LISTADO DE PROYECTOS INTERNACIONALES RELACIONADOS CON LA LOGÍSTICA URBANA

A fecha de consulta agosto de 2015, la plataforma web "*Transport Reasearch & Innovation Portal" (http://www.transport-research.info)* ofrecía un total de 75 resultados con los patrones de búsqueda [Transporte urbano]+[Transporte de mercancías], los cuales se muestran en la Tabla 31.

TÍTULO DEL PROYECTO	DURACIÓN	ORIGEN DE FINANCIACIÓN
Application of transport logistics in conurbation areas in the CR	Desconocida - En curso	República Checa
BEAUTY - Bio-ethanol Engine for Advanced Urban Transport by Light Commercial Vehicle & Heavy Duty (BEAUTY)	Enero 2009 - Abril 2011	Europa
BESTUFS - Harmonisation of strategies and highlighting best practice to determine optimum Urban Freight Solutions (Thematic Network)	Desconocida - En curso	Europa
BESTUFS - Best Urban Freight Solutions	Enero 2000 - Diciembre 2004	Europa
Bestufs II - BEST Urban Freight Solutions II	Septiembre 2004 - Agosto 2008	Europa
CITY FREIGHT - Inter- and Intra- Urban Freight Distribution Networks	Enero 2002 - Febrero 2004	Europa
CITYLOG - Sustainability and Efficiency of City Logistics	Enero 2010 - Diciembre 2012	Europa

Comparative analysis of strategies to localise and diversify services between large-scale retail stores and other household service companies in the Lyon urban region	Desconocida - En curso	Francia
Consumer behaviour, retail shop structure and transport	Desconocida - En curso	Dinamarca
Contributions to the safety and efficiency of the multi-drop or local/short haul operations	Enero 2002 - Diciembre 2007	Irlanda
CP/39 - OPTIMA - Optimisation of road accidents statistics and use in urban safety management (OPTIMA)	Desconocida - En curso	Bélgica
CYCLELOGISTICS - CYCLELOGISTICS Move goods by cycle	Abril 2011 - Enero 2014	Europa
Delivery and courier service driver	Desconocida - En curso	Francia
Delivery and shuttle service project	Desconocida - En curso	Francia
e-ATOMIUM - Energy Agencies Training On Mobility In Union Member states	Enero 2005 - Julio 2007	Europa
ECOMOBILITY SHIFT - EcoMobility Scheme for Energy-Efficient Transport	Mayo 2010 - Mayo 2013	Europa
ECOMPASS - eCO-friendly urban Multi-modal route Planning Services for Mobile users	Noviembre 2011 - Octubre 2014	Europa
eDRUL - Ecommerce enabled Demand Responsive Urban Logistic	Abril 2002 - Enero 2005	Europa
ELU - Urban Logistic Spaces	Desconocida - En curso	Francia

Emergence of a multimodal management system between RATP and SNCF	Desconocida - En curso	Francia
Environmental impacts of transporting goods in urban areas with port facilities: operational implementation of a geographic information system	Desconocida - En curso	Francia
FANTASIE - Forecasting and Assessment of New Technologies and Transport Systems and their Impacts on the Environment	Enero 1997 - Octubre 1999	Europa
FIDEUS - Freight Innovative Delivery in European Urban Space	Mayo 2005 - Abril 2008	Europa
Freight transport in cities	Desconocida - En curso	Noruega
Freight transport in Norwegian urban areas	Desconocida - En curso	Noruega
FURBOT - Freight Urban Robotic vehicle	Noviembre 2011 - Octubre 2014	Europa
IDIOMA - Innovative distribution with intermodal freight operation in metropolitan areas	Diciembre 1998 - Mayo 2001	Europa
IFPLUT - Integrated Framework Plan for Land Use and Transportation	Desconocida - En curso	Irlanda
IMPREND - Improvement of Pre- and End-Haulage	Julio 1997 - Mayo 1999	Europa
Innovative multimodal logistics chains best suited to densely populated urban areas	Desconocida - En curso	Francia

INTERCEPT - Intermodal Concepts in European Passenger Transport	Diciembre 1998 - Noviembre 2000	Europa
Intermodal urban transport economics	Desconocida - En curso	Francia
IQMMTM - Four-wheels road multimodal and multifunction vehicle, for sustainable transport of goods in historic centres	Desconocida - En curso	Italia
LaMiLo - Last Mile Logistics - Sustainable City logistics	Mayo 2011 - Julio 2015	Europa
LEAN - Introduction of LEAN LOGISTICS into Urban Multimodal Transport Management	Diciembre 1997 - Julio 1999	Europa
LOG ON - Innovative platform for mixed management, between public administration and private subjects, of local public services for logistics in metropolitan areas	Desconocida - En curso	Italia
MD/DD/06 - Coupling of a traffic simulation model and an emissions simulation model	Desconocida - En curso	Bélgica
MD/DD/12 - Integration of traffic and economic models for evaluation of urban transport policy	Desconocida - En curso	Bélgica
METROPOLIS - Metropolis, Urban Airspace Design	Octubre 2013 - Marzo 2015	Europa
MOBISIM III - Research for prospective study of daily mobility in urban areas	Julio 2004 - Enero 2005	Francia
Modelling system of the transport network in the process of city-logistics	Desconocida - En curso	Polonia

MOMABIZ - Mobility Management for Business and Industrial Zones	Mayo 2010 - Febrero 2013	Europa
MOSCA - Decision Support System for Integrated Door-To-Door Delivery: Planning and Control in Logistic Chains	Julio 2001 - Julio 2003	Europa
NPE-MOD - Administration of the national platform for electro mobility	Enero 2015 - Diciembre 2017	Alemania
NRP 54 - A13 - More sustainability for the road freight transport in conurbations	Enero 2010 - Septiembre 2013	Suiza
OPTICITIES - Optimise Citizen Mobility and Freight Management in Urban Environments	Noviembre 2013 - Octubre 2016	Europa
Practical Modelling of Urban Goods	Desconocida - En curso	Suecia
PRO-E-BIKE - Promoting Electric Bike Delivery	Enero 2013 - Enero 2016	Europa
Project for an urban distribution centre at the Toulouse-Raynal rail terminal	Desconocida - En curso	Francia
Prospective study for urban and interurban home-to-work journeys	Desconocida - En curso	Francia
Public Transport Interchange Preliminary Designs	2004 - Enero 2006	Irlanda
Public transport nodes: seminar with report	Desconocida - En curso	Noruega
RECONNECT - Reducing Congestion by Introducing New Concepts of Transport	Diciembre 1998 - Marzo 2000	Europa

REFORM - Research on Freight Platforms and Freight Organisation	Enero 1997 - Diciembre 1997	Europa
Shaping public transport nodes	Desconocida - En curso	Noruega
SITI - Intelligent system for intermodal urban passenger transport	Desconocida - En curso	Francia
SmartCEM - Smart Connected Electro Mobility	Enero 2011 - Diciembre 2014	Europa
STADSBOX - City Box - Small loading unit for urban distribution	Marzo 2001 - Julio 2002	Países Bajos
STRADIVAIRUS - Evaluation of support tools for ITS for public transport	Desconocida - En curso	Francia
STRAIGHTSOL - Strategies and measures for smarter urban freight Solutions	Septiembre 2011 - Agosto 2014	Europa
Study prior to the implementation of an ecologistics research programme	Desconocida - En curso	Francia
SUCCESS - Sustainable Urban Consolidation Centres for Construction	Mayo 2015 - Mayo 2018	Europa
Sustainable Freight Distribution in a Historic Urban Centre	Enero 2002 - Diciembre 2006	Irlanda
Sustainable Freight Distribution in an Historic urban Centre	Desconocida - En curso	Irlanda
Sustainable Goods Supply and Transport in Agglomerations (Conurbations) (SVI20Abril 039)	Marzo 2007 - Agosto 2009	Suiza

SWITCH - Sustainable, workable intermodal transport choices	Enero 1999 - Diciembre 2000	Europa
The intermodality of bicycles and public transport. Feasibility in the urban areas of Aix-les-Bains, Chambéry and Montmélian.	Desconocida - En curso	Francia
TRAILBLAZER - Transport and Innovation Logistics by Local Authorities with a Zest for Efficiency and Realization	Julio 2010 - Julio 2013	Europa
TRANSFORUM - Forum to help implement four key goals of the 2011 Transport White Paper	Febrero 2013 - Enero 2015	Europa
Transport of bulk cement over water in urban areas - Project cluster	Desconocida - En curso	Francia
TRENEN II STRAN - Models for Transport Environment and Energy - version 2 - Strategic Transport Policy Analysis	Mayo 1996 - Julio 1998	Europa
TURBLOG-WW - Transferability of Urban Logistics Concepts and Practices from a World Wide Perspective	Octubre 2009 - Septiembre 2011	Europa
Urban logistics - Freight in cities - Project cluster	Desconocida - En curso	Francia
Urban planning and local transport plans - Project cluster	Desconocida - En curso	Francia
VELOTRAM SERVICE - Testing ridership in outlying business areas by creating a bicycle loan system in transport facilities for urban transport users	Desconocida - En curso	Francia

Tabla 31: Lista de proyectos sobre logística urbana *(http://www.transport-research.info)*

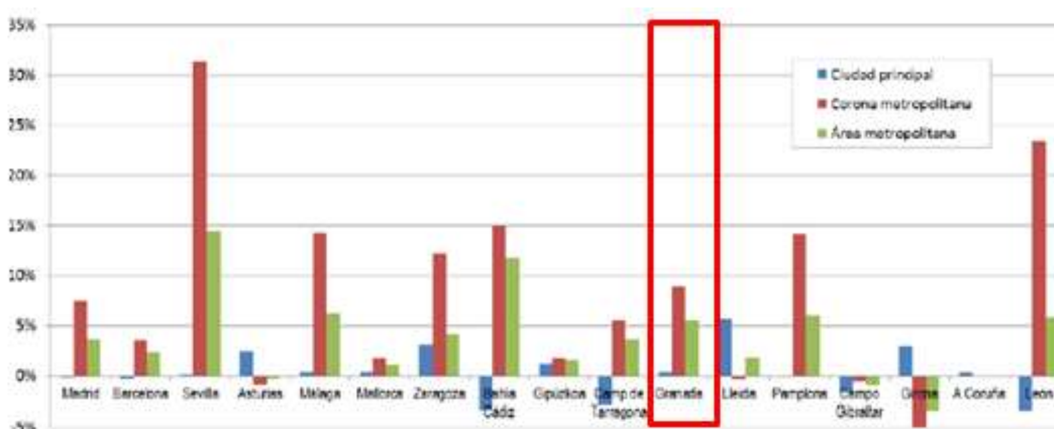
ANEXO 3. DATOS SOCIOECONÓMICOS Y DE MOVILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA DE GRANADA

El Observatorio de la Movilidad Metropolitana lanzó un informe en abril de 2015 con datos de 2013 sobre la población y sus hábitos de movilidad en las áreas metropolitanas de España. Cabe destacar que los datos relativos a la movilidad en este informe están enfocados sólo al transporte de viajeros.

A continuación, se muestran algunos de estos datos y su comparación con otras aglomeraciones del país:

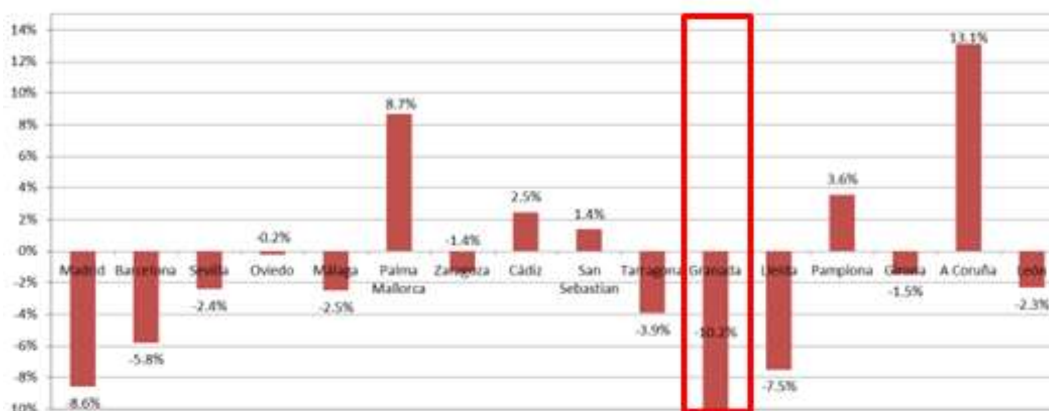
- **Variación poblacional 2008-2013**

Se aprecia que en este periodo la aglomeración urbana de Granada aumentó en número de habitantes, si bien de forma mucho más considerable en los pueblos vecinos que en la capital.



- **Evolución del índice de motorización 2008-2013**

Se muestra una reducción del índice de motorización superior al 10 % en dicho periodo, la mayor bajada de entre todas las metrópolis de España. Este hecho tiene mucho que ver con la crisis económica, ya que la motorización suele estar relacionada de forma directa con la riqueza de la población.



- **<u>Evolución de la tasa de paro 2008-2013</u>**

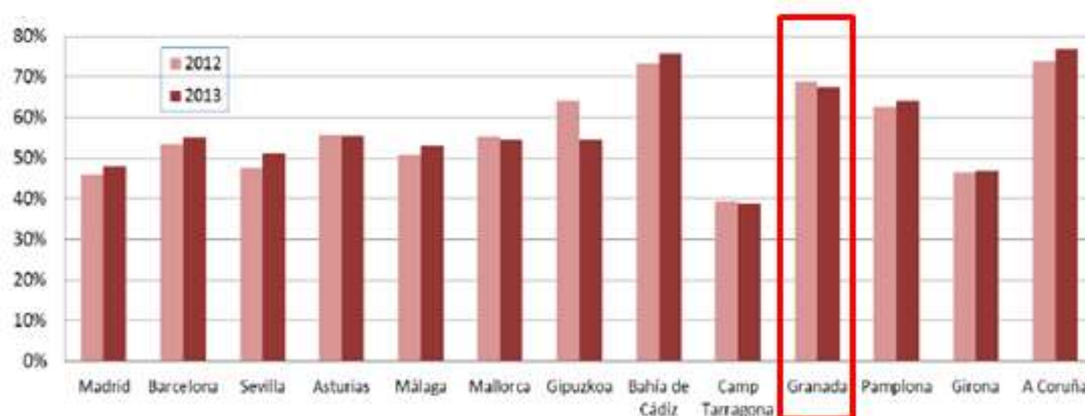
Se reconoce un índice de desempleo del 36 % en el año 2013, uno de los más altos de España, si bien el crecimiento relativo de la tasa de paro no ha sido tan elevado como en otras zonas.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	% Variación 2008-2013
Madrid	8,7%	14,0%	16,0%	16,7%	19,0%	19,8%	127,4%
Barcelona	8,7%	16,2%	18,0%	19,2%	22,6%	20,2%	131,6%
Sevilla	16,0%	23,6%	25,8%	28,5%	32,6%	35,3%	120,4%
Asturias	8,4%	13,4%	20,1%	17,9%	21,8%	22,3%	163,6%
Málaga	18,5%	26,4%	30,7%	31,6%	35,3%	36,3%	96,3%
Mallorca	10,2%	18,0%	20,4%	21,9%	23,3%	22,3%	119,0%
Bahía de Cádiz	19,4%	26,9%	31,4%	32,7%	32,7%	32,7%	68,8%
Zaragoza	7,7%	13,7%	15,4%	17,7%	19,7%	22,0%	187,1%
Gipuzkoa	5,3%	9,0%	7,8%	n.d.	12,2%	13,1%	149,3%
Camp de Tarragona	10,2%	17,0%	18,3%	21,8%	25,6%	25,6%	150,3%
Granada	19,3%	26,3%	29,4%	28,9%	37,3%	36,0%	86,2%
Lleida	6,4%	11,4%	14,4%	17,1%	17,8%	16,1%	150,4%
Pamplona	8,1%	10,9%	11,6%	13,8%	17,2%	16,4%	102,0%
Campo de Gibraltar	19,4%	26,9%	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%	-7,0%
Girona				14,9%	15,7%	13,2%	-11,4%
A Coruña	8,9%	11,6%	16,1%	13,4%	15,4%	15,4%	72,4%
León			16,5%	17,8%	20,8%	22,6%	37,6%

- **<u>Tasa de cobertura de costes de explotación de transporte público a través de la tarificación 2012-2013</u>**

El gráfico indica en qué proporción se cubren los gastos de explotación del transporte público ofertado en el área metropolitano a través de los ingresos que estos producen. Se observa que Granada es la tercera área metropolitana que más cubre estos costos a partir de la tarificación, lo cual podría traducirse en una alta eficiencia

económica de explotación de sus servicios de transporte público, cubriendo cerca del 70 % del coste total.



- **<u>Variación demanda de transporte público 2002-2007 y 2008-2012</u>**

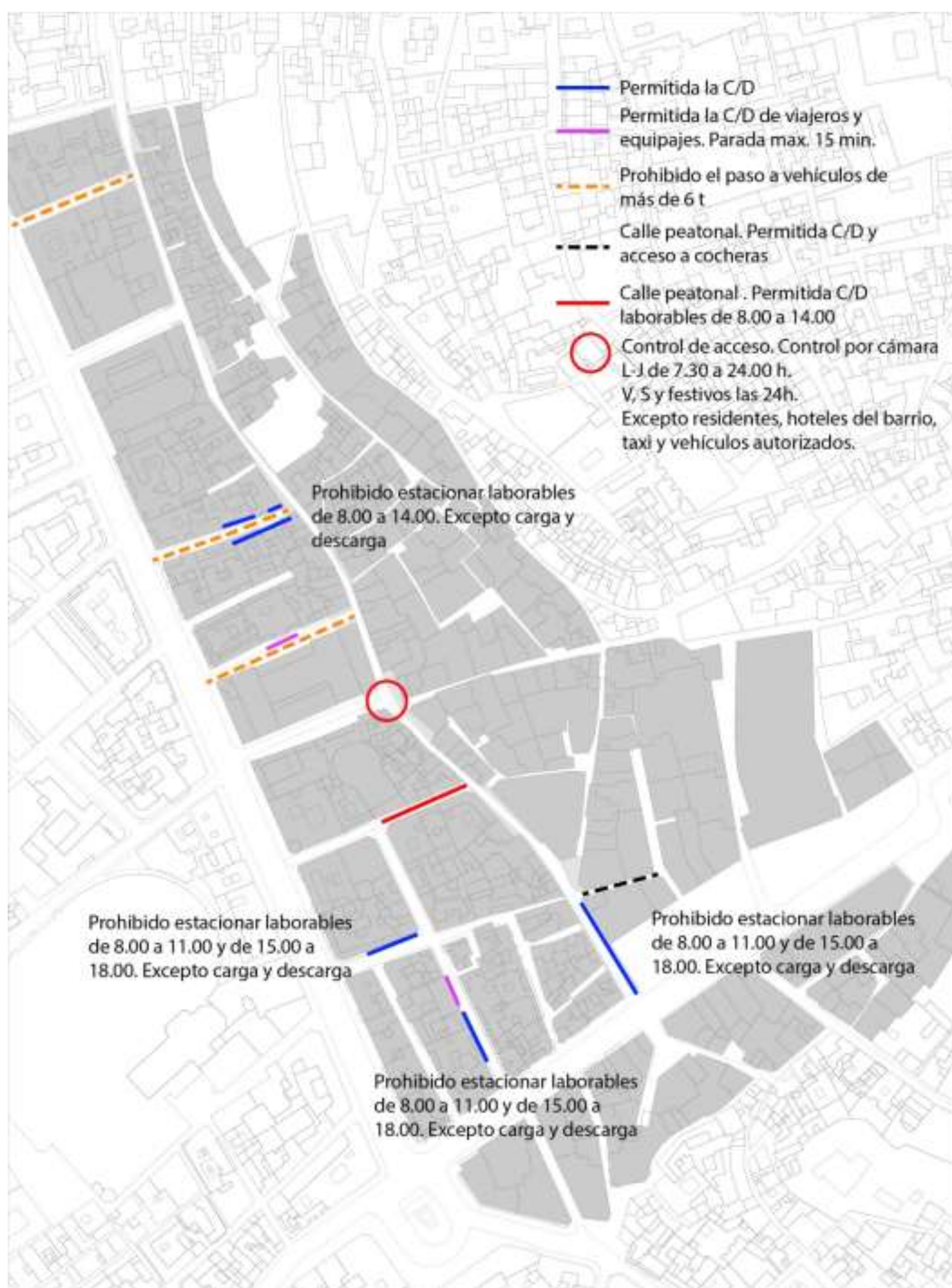
Se nota un descenso en la demanda de transporte público en el periodo de crisis. Este fenómeno puede deberse a mayor uso del vehículo privado y al desplazamiento a pie, evitando la utilización del transporte público con el fin de obtener un ahorro económico.



ANEXO 4. ANÁLISIS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

4.1. Zona calle Elvira

4.1.1. Regulación de accesos y carga y descarga



4.1.2. Clasificación de comercios por actividad



4.1.3. Distribución de comercios por tipo de actividad



4.1.4. Tablas

- **Superficie de calle medida**: 7.553 m^2

- **Número de establecimientos contabilizados**

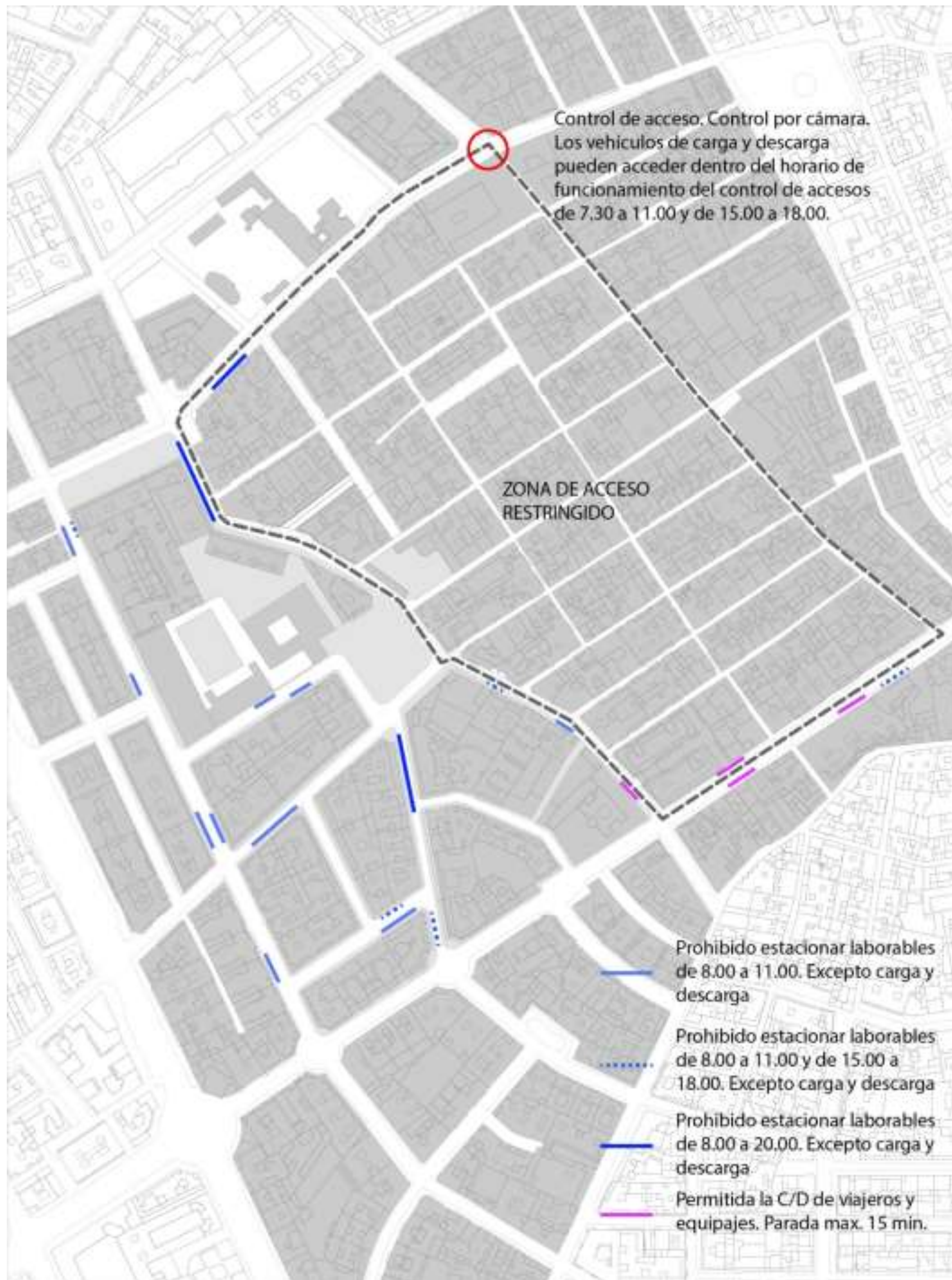
	M. construcción	Heterogéneo	Consumo personal	Alimentación	Hostelería	Ocio
Entorno Calle Elvira	2	9	3	2	53	15

- **Densidad comercial, calculada como el número de establecimientos por hectárea (Ha) de calle**

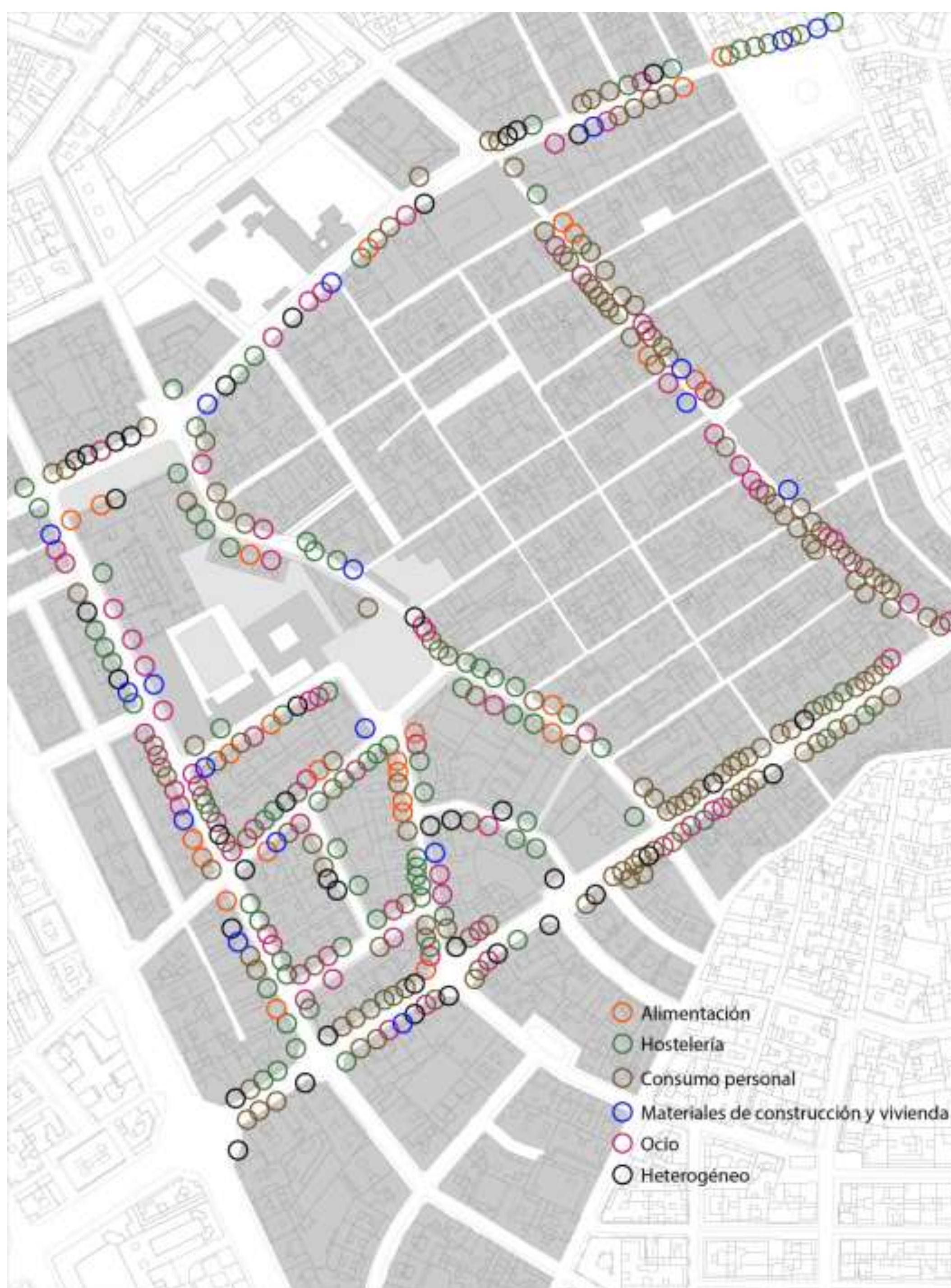
	M. construcción	Heterogéneo	Consumo personal	Alimentación	Hostelería	Ocio
Entorno Calle Elvira	2,6	11,9	4,0	2,6	70,2	19,9

4.2. Zonas del Barrio de la Magdalena

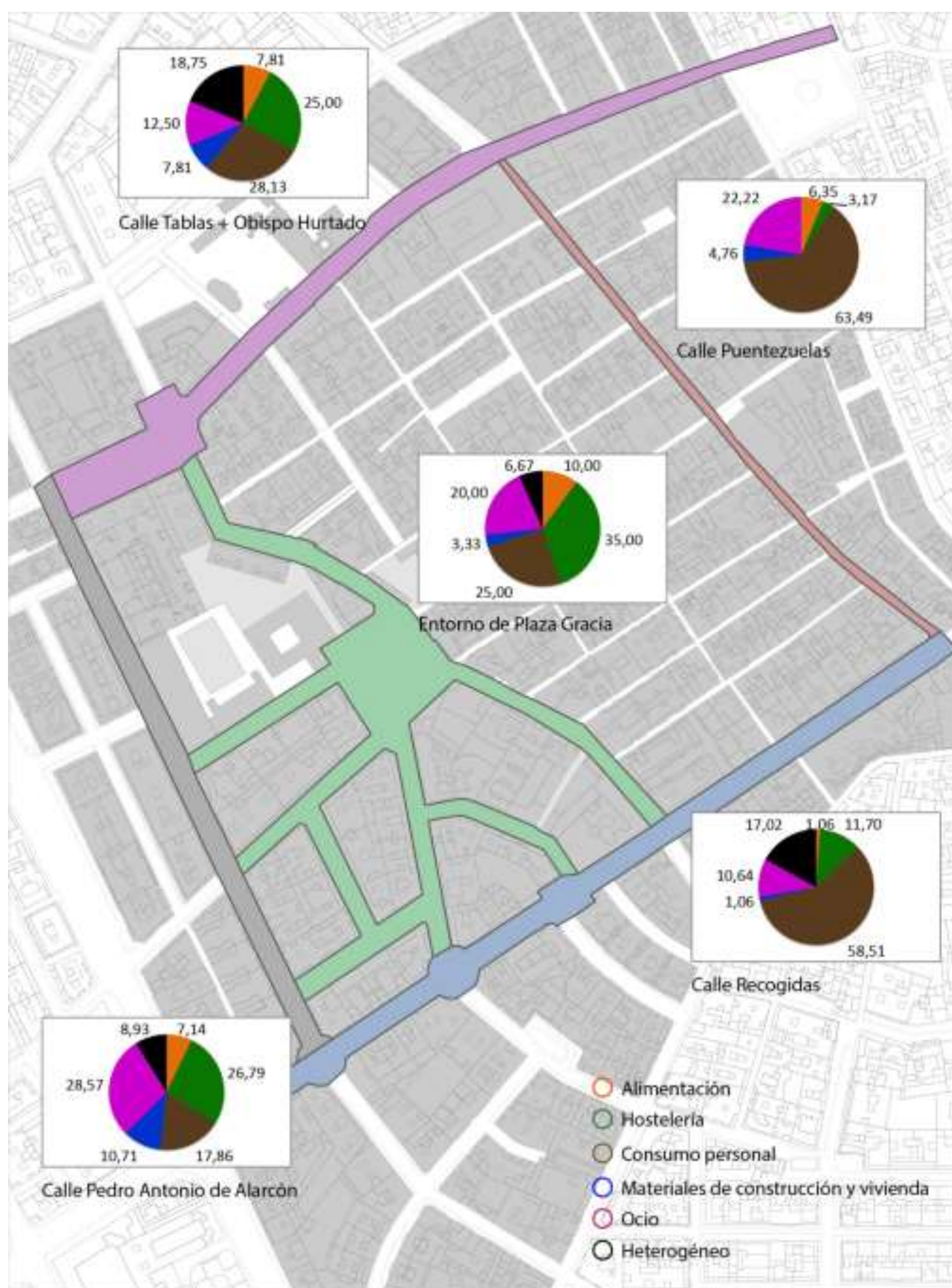
4.2.1. Regulación de accesos y carga y descarga



4.2.2. Clasificación de comercios por actividad



4.2.3. Distribución de comercios por tipo de actividad



4.2.4. Tablas

- **Superficie de calle medida**
  - Calle Tablas: 9.318 m²
  - Calle Recogidas: 9.191 m²
  - Calle Pedro Antonio: 5.562 m²
  - Calle Puentezuelas: 2.230 m²
  - Entorno Plaza Gracia: 15.920 m²
- **Número de establecimientos contabilizados**

	M. construc.	Heterog.	Consumo personal	Aliment.	Hostel.	Ocio
Calle Tablas	5	12	18	5	16	8
Calle Recogidas	1	16	55	1	11	10
Calle Pedro Antonio	6	5	10	4	15	16
Calle Puentezuelas	3	0	40	4	2	14
Entorno Plaza Gracia	4	8	30	12	42	24

- **Densidad comercial, calculada como el número de establecimientos por hectárea (Ha) de calle**

	M. construc.	Heterog.	Consumo personal	Aliment.	Hostel.	Ocio
Calle Tablas	5,4	12,9	19,3	5,4	17,2	8,6
Calle Recogidas	1,1	17,4	59,8	1,1	12,0	10,9
Calle Pedro Antonio de Alarcón	10,8	9,0	18,0	7,2	27,0	28,8
Calle Puentezuelas	13,5	0,0	179,4	17,9	9,0	62,8
Entorno Plaza Gracia	2,5	5,0	18,8	7,5	26,4	15,1

ANEXO 5. PERFILES LOGÍSTICOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

5.1. Entorno Plaza Gracia

Entorno Plaza Gracia		Alimentación	Hostelería	Consumo personal
Caracterización área urbana	Densidad	Baja		
	Homogeneidad	Baja		
	Medidas	Razonable		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	No		
Caracterización producto	Tamaño	Razonable	Razonable	Fácil
	Peso	Razonable	Razonable	Fácil
	Manipulación	Fácil	Razonable	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	Es posible
	Perecedero	Sí	Sí	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Relevante	Irrelevante	Relevante
	Frecuencia	Alta	Baja	Alta
	Número paradas	Muchas	Muchas	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Medio	Medio	Pequeño
	Rutina	Sí	Sí	No

Entorno Plaza Gracia		Materiales de construcción y vivienda	Ocio	Heterogéneo
Caracterización área urbana	Densidad	Baja		
	Homogeneidad	Baja		
	Medidas	Razonable		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	No		
Caracterización producto	Tamaño	Difícil	Razonable	Fácil
	Peso	Difícil	Razonable	Fácil
	Manipulación	Difícil	Fácil	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	No
	Perecedero	No	No	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Urgente	Relevante	Irrelevante
	Frecuencia	Alta	Media	Media
	Número paradas	Varias	Varias	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Grande	Pequeño	Pequeño
	Rutina	No	Sí	No

5.2. Calle Recogidas

Calle Recogidas		Alimentación	Hostelería	Consumo personal
Caracterización área urbana	Densidad	Media		
	Homogeneidad	Media		
	Medidas	Malo		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	No		
Caracterización producto	Tamaño	Razonable	Razonable	Fácil
	Peso	Razonable	Razonable	Fácil
	Manipulación	Fácil	Razonable	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	Es posible
	Perecedero	Sí	Sí	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Relevante	Irrelevante	Relevante
	Frecuencia	Alta	Baja	Alta
	Número paradas	Muchas	Muchas	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Medio	Medio	Pequeño
	Rutina	Sí	Sí	No

Calle Recogidas		Materiales de construcción y vivienda	Ocio	Heterogéneo
Caracterización área urbana	Densidad	Media		
	Homogeneidad	Media		
	Medidas	Malo		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	No		
Caracterización producto	Tamaño	Difícil	Razonable	Fácil
	Peso	Difícil	Razonable	Fácil
	Manipulación	Difícil	Fácil	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	No
	Perecedero	No	No	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Urgente	Relevante	Irrelevante
	Frecuencia	Alta	Media	Media
	Número paradas	Varias	Varias	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Grande	Pequeño	Pequeño
	Rutina	No	Sí	No

5.3. Calle Pedro Antonio de Alarcón

Calle Pedro Antonio de Alarcón		Alimentación	Hostelería	Consumo personal
Caracterización área urbana	Densidad	Medio		
	Homogeneidad	Baja		
	Medidas	Bueno		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	No		
Caracterización producto	Tamaño	Razonable	Razonable	Fácil
	Peso	Razonable	Razonable	Fácil
	Manipulación	Fácil	Razonable	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	Es posible
	Perecedero	Sí	Sí	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Relevante	Irrelevante	Relevante
	Frecuencia	Alta	Baja	Alta
	Número paradas	Muchas	Muchas	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Medio	Medio	Pequeño
	Rutina	Sí	Sí	No

Calle Pedro Antonio de Alarcón		Materiales de construcción y vivienda	Ocio	Heterogéneo
Caracterización área urbana	Densidad	Medio		
	Homogeneidad	Baja		
	Medidas	Bueno		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	No		
Caracterización producto	Tamaño	Difícil	Razonable	Fácil
	Peso	Difícil	Razonable	Fácil
	Manipulación	Difícil	Fácil	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	No
	Perecedero	No	No	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Urgente	Relevante	Irrelevante
	Frecuencia	Alta	Media	Media
	Número paradas	Varias	Varias	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Grande	Pequeño	Pequeño
	Rutina	No	Sí	No

5.4. Calle Tablas con Obispo Hurtado

Calle Tablas + Obispo Hurtado		Alimentación	Hostelería	Consumo personal
Caracterización área urbana	Densidad	Baja		
	Homogeneidad	Baja		
	Medidas	Malo		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	No		
Caracterización producto	Tamaño	Razonable	Razonable	Fácil
	Peso	Razonable	Razonable	Fácil
	Manipulación	Fácil	Razonable	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	Es posible
	Perecedero	Sí	Sí	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Relevante	Irrelevante	Relevante
	Frecuencia	Alta	Baja	Alta
	Número paradas	Muchas	Muchas	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Medio	Medio	Pequeño
	Rutina	Sí	Sí	No

Calle Tablas + Obispo Hurtado		Materiales de construcción y vivienda	Ocio	Heterogéneo
Caracterización área urbana	Densidad	Baja		
	Homogeneidad	Baja		
	Medidas	Malo		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	No		
Caracterización producto	Tamaño	Difícil	Razonable	Fácil
	Peso	Difícil	Razonable	Fácil
	Manipulación	Difícil	Fácil	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	No
	Perecedero	No	No	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Urgente	Relevante	Irrelevante
	Frecuencia	Alta	Media	Media
	Número paradas	Varias	Varias	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Grande	Pequeño	Pequeño
	Rutina	No	Sí	No

5.5. Calle Puentezuelas

Calle Puentezuelas		Alimentación	Hostelería	Consumo personal
Caracterización área urbana	Densidad	Alta		
	Homogeneidad	Media		
	Medidas	Bueno		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	Sí		
Caracterización producto	Tamaño	Razonable	Razonable	Fácil
	Peso	Razonable	Razonable	Fácil
	Manipulación	Fácil	Razonable	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	Es posible
	Perecedero	Sí	Sí	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Relevante	Irrelevante	Relevante
	Frecuencia	Alta	Baja	Alta
	Número paradas	Muchas	Muchas	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Medio	Medio	Pequeño
	Rutina	Sí	Sí	No

Calle Puentezuelas		Materiales de construcción y vivienda	Ocio	Heterogéneo
Caracterización área urbana	Densidad	Alta		
	Homogeneidad	Media		
	Medidas	Bueno		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	Sí		
Caracterización producto	Tamaño	Difícil	Razonable	Fácil
	Peso	Difícil	Razonable	Fácil
	Manipulación	Difícil	Fácil	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	No
	Perecedero	No	No	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Urgente	Relevante	Irrelevante
	Frecuencia	Alta	Media	Media
	Número paradas	Varias	Varias	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Grande	Pequeño	Pequeño
	Rutina	No	Sí	No

5.6. Entorno Calle Elvira

Entorno Calle Elvira		Alimentación	Hostelería	Consumo personal
Caracterización área urbana	Densidad	Baja		
	Homogeneidad	Baja		
	Medidas	Razonable		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	Sí		
Caracterización producto	Tamaño	Razonable	Razonable	Fácil
	Peso	Razonable	Razonable	Fácil
	Manipulación	Fácil	Razonable	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	Es posible
	Perecedero	Sí	Sí	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Relevante	Irrelevante	Relevante
	Frecuencia	Alta	Baja	Alta
	Número paradas	Muchas	Muchas	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Medio	Medio	Pequeño
	Rutina	Sí	Sí	No

Entorno Calle Elvira		Materiales de construcción y vivienda	Ocio	Heterogéneo
Caracterización área urbana	Densidad	Baja		
	Homogeneidad	Baja		
	Medidas	Razonable		
	Congestión	Medio		
	Restricciones	Sí		
Caracterización producto	Tamaño	Difícil	Razonable	Fácil
	Peso	Difícil	Razonable	Fácil
	Manipulación	Difícil	Fácil	Fácil
	Fragilidad	Es posible	Es posible	No
	Perecedero	No	No	No
Caracterización perfil de entrega	Urgencia	Urgente	Relevante	Irrelevante
	Frecuencia	Alta	Media	Media
	Número paradas	Varias	Varias	Varias
	Tamaño y peso vehículo	Grande	Pequeño	Pequeño
	Rutina	No	Sí	No